

MATÉRIAUX LOCAUX
MATÉRIAUX D'AVENIR

RESSOURCES LOCALES POUR DES VILLES ET
TERRITOIRES DURABLES EN AFRIQUE

CRAterre Éditions



MATÉRIAUX LOCAUX
MATÉRIAUX D'AVENIR

RESSOURCES LOCALES POUR DES VILLES ET

TERRITOIRES DURABLES EN AFRIQUE



Réalisé avec le soutien de



REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leurs remerciements à l'ensemble des contributeurs et à M. Arnaut RAYAR de la direction générale de la Mondialisation, de la Culture, de l'Enseignement et du Développement International du Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères pour son aide et son soutien.

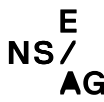
Le contenu de l'ouvrage et sa mise en page ont été rendu possible grâce à un co-financement du MEAE.



La version imprimée de cet ouvrage a par ailleurs bénéficié du soutien du Labex AE&CC (ANR-10-LABX-78) dans le cadre du programme Investissements d'Avenir géré par l'Agence Nationale de la Recherche









CRÉDITS

AUTEURS

Florie DEJEANT, ingénieure, consultante, CRAterre
Philippe GARNIER, architecte, chercheur, AE&CC-CRAterre, ENSAG, UGA
Thierry JOFFROY, architecte, chercheur, AE&CC-CRAterre, ENSAG, UGA

CONTRIBUTEURS

Christian BELINGA NKO'O, Audrey CARBONNELLE, Alexandre DOULINE, Miguel FERREIRA MENDES, Mauricio GANDUGLIA, Ahtziri GONZALEZ, Guillaume LESCUYER, Tulio MATEO, Arnaud MISSE, Olivier MOLES, Sébastien MORISET, Marina TRAPPENIERS, Bregje NOUWENS, Gégoire PACCOUD, Bakonirina RAKOTOMAMONJY, Yasmine TERKI, Sayouba TIEMTORE

DESIGN GRAPHIQUE

Arnaud MISSE
Florie DEJEANT

AVEC LE SUPPORT DE

Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères (MEAE — FRANCE)

Pour citer cette référence : Florie Dejeant, Philippe Garnier, Thierry Joffroy, AE&CC-CRAterre, ENSAG, UGA. *Matériaux locaux, matériaux d'avenir : Ressources locales pour des villes et territoires durables en Afrique*. Villefontaine : CRAterre, 2021 : 96 p. ISBN 979-10-96446-36-0

Avertissement
Malgré tout le soin apporté à la rédaction de cette publication, des erreurs ont pu échapper à la vigilance des auteurs. Nous vous remercions par avance de nous les signaler en nous adressant un courriel à l'une des adresses suivantes : craterre@club-internet.fr ou craterre@grenoble.archi.fr

CRAterre éditions, Maison Levrat, Parc Fallavier,
2 rue de la Buthière — B.P. 53, 38092 Villefontaine cedex, France
Imprimé en France par l'Imprimerie de Champagne à Langres (52).
ISBN (print) : 979-10-96446-36-0
ISBN (digital) : 979-10-96446-37-7
Dépôt légal : décembre 2021

SOMMAIRE

PRÉFACE

La pandémie de la Covid-19 a rappelé l'intérêt des filières de production courtes et résilientes. Tout comme le choc pétrolier de 1973 avait remis au goût du jour les matériaux locaux de construction, souvent abondants et peu consommateurs d'hydrocarbures. Je pense notamment aux architectures en terre, objet d'une remarquable exposition au Centre Georges Pompidou en 1981 : « L'avenir d'une tradition millénaire »[1]. En effet, la terre est un matériau naturel disponible en abondance et propice à la construction.

L'Afrique, territoire prioritaire de l'aide publique au développement de la France, fait face à l'immense défi de loger, dans des conditions décentes, des millions de personnes et de s'adapter au changement climatique. Les matériaux de construction locaux peuvent apporter une contribution significative, s'ils sont prélevés de manière responsable, mis en œuvre selon les règles de l'art, et recyclés comme il convient. Ces filières offrent en outre un autre avantage en matière de développement : elles créent des emplois locaux qui permettent le nécessaire entretien des ouvrages réalisés. À ce titre, il ne s'agit pas tant de conserver des savoirs traditionnels, mais de promouvoir, notamment par des opérations de prestige publiques ou privées, des techniques éprouvées en améliorant leur image.

Aussi je me félicite du présent ouvrage qui vise, à travers la présentation de réalisations concrètes et en service, à encourager un recours accru aux matériaux de construction locaux, en fonction des ressources disponibles et des us et coutumes.

Puisse-t-il encourager le passage à une plus grande échelle au-delà des projets pilotes et favoriser un regain de solutions adaptées aux besoins d'aujourd'hui.

Philippe LACOSTE
Directeur du Développement Durable
Ministère de l'Europe et des Affaires Etrangères

1. « Architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire », édition du Centre Georges Pompidou, Paris, 1981

PRÉFACE

Cette publication soutenue par le ministère français des affaires étrangères répond à la fois à des questions d'éducation, de science et de culture, et au-delà, à des préoccupations qui sont particulièrement chères à l'UNESCO depuis la fin du siècle dernier : la diversité culturelle et la confiance des acteurs locaux en leurs propres productions et savoirs. Ceci s'est notamment matérialisé dans le cadre de son appui à la création de la Chaire UNESCO « architecture de terre, cultures constructives et développement durable » établie à l'école nationale supérieure d'architecture de Grenoble.

Il est aussi désormais largement reconnu que les grands enjeux globaux de notre temps, tels que décrits dans les objectifs de développement durable adoptés par l'ensemble des États membres de l'Organisation des Nations Unies en 2015, ne seront atteints que si, au-delà des gouvernements, l'ensemble de la population apporte sa contribution. Cela sera d'autant plus facile si celle-ci peut le faire en comptant sur ses propres forces et capacités et sur les ressources qu'elle peut trouver dans son environnement proche.

Or, c'est bien dans une telle perspective que, dans le secteur de la construction et plus largement de l'habitat, le concept de matériaux locaux apparaît particulièrement porteur. En proposant de focaliser les recherches et la formation dans ce secteur, et en promouvant les solutions techniques déjà éprouvées, à la portée de la majorité de la population, toutes les chances sont mises du côté des plus démunis, pour répondre aux enjeux actuels de façon pertinente, à la fois au niveau local et au niveau global, et en réponse au risque lié à la poursuite du changement climatique.

Les matériaux locaux c'est bien sûr ce qui est issu de la recherche scientifique et technique, mais c'est aussi un immense potentiel de valorisation des cultures constructives locales. Presque partout en Afrique existent des solutions originales et intelligentes pour bâtir son habitat avec les ressources naturelles disponibles localement. Presque partout aussi, des savoirs et savoir-faire sont présents et ne demandent qu'à être adaptés pour répondre, éventuellement en complément de solutions industrielles, aux besoins en matière d'habitat et plus largement d'aménagement du territoire.

Les architectures traditionnelles sont aussi très souvent des modèles particulièrement intéressants d'architecture bioclimatique. De même, les modes d'habiter, les concepts urbanistiques derrière les établissements humains traditionnels présentent eux aussi très souvent des intérêts tout particuliers en faveur d'une bonne intégration des individus et des familles et une bonne organisation de la vie sociale de la communauté, voire des communautés présentes dans un même centre urbain. Des systèmes de gestion favorisant l'entraide et les apports communautaires présentent aussi des potentiels particulièrement intéressants d'efficacité technique tout en allégeant très fortement les coûts de production de l'habitat, et aussi les coûts d'entretien.

Il n'est bien sûr pas question de revenir en arrière, mais pour toute l'Afrique et ses communautés qui la composent, de ne pas perdre toutes les bonnes inventions qui ont surgi ici et là au cours de son riche passé, mêlant d'ailleurs déjà souvent expérience(s) locale(s) et apports exogènes.

Je formule les vœux que cette publication puisse être largement diffusée au profit d'un cadre de vie adapté et d'une résilience encore renforcée des populations de l'Afrique.

Lazare ELOUNDOU ASSOMO
Directeur pour la culture et les situations d'urgence à l'UNESCO



Centre Diapalante, Saint Louis, Sénégal
Architectes : Suzanne Hirchi et Laurent Biot
Entreprise : #ELEMENTERRE



AVANT-PROPOS

Cet ouvrage sur les matériaux locaux de construction s'inscrit dans la problématique des « villes et territoires durables » portée par de nombreux acteurs au niveau international, notamment en France et sur le continent africain. Cette approche, car au-delà de la simple question des matériaux il s'agit bien d'une approche, se veut en phase avec les objectifs de développement durable et contribuant directement à plusieurs d'entre eux.

L'ouvrage s'adresse en premier lieu aux décideurs et responsables « Habitat » des ministères, des collectivités locales et territoriales ainsi qu'aux autres parties prenantes du secteur (artisans et entrepreneurs, organisations professionnelles, centres de formation académique et professionnelle, centres de recherche, ONGs, etc.) impliquées et concernées par la question de la production d'un cadre bâti plus durable et accessible à tous.

L'ambition de cette publication est de brosser un panorama le plus large possible des matériaux locaux et à leur usage en Afrique, notamment en se basant sur des expériences et des projets récents en Afrique, sans rechercher l'exhaustivité qui aurait demandé un ouvrage beaucoup plus important. Le choix a été fait de mettre volontairement en avant l'importante contribution du continent à la question dans le contexte des enjeux que représentent les besoins en construction dans les prochaines décennies du fait de la dynamique démographique et urbaine de l'Afrique.

Pour cela, l'ouvrage présente de manière pédagogique et synthétique les avantages et les limites ainsi que les questions qui se posent et les conditions prérequises pour l'utilisation de ces matériaux dans un cadre durable et contemporain. Outre des exemples de solutions techniques illustrés par un panorama des ressources potentielles des territoires (bio et géo-sourcés), il fournit des éléments d'analyse de l'impact des filières locales en « circuit court » et des éléments de méthodologie. Il met aussi en valeur la nécessaire adéquation entre conception architecturale et caractéristiques spécifiques des matériaux disponibles localement, ce qui pourrait se résumer par : « le bon matériau au bon endroit ».

INTRODUCTION

Face à l'urgence d'apporter des réponses aux défis sociaux et environnementaux, un peu partout dans le monde le secteur du bâtiment tente d'adopter de nouvelles façons de construire, plus durables. C'est plus particulièrement le cas en Afrique, qui garde une croissance démographique importante, avec d'immenses besoins à venir en matière d'habitat.

Dans une telle perspective, le concept de matériaux locaux, qui a connu ses premières prémices dès la fin des années 1970, prend de plus en plus de sens sur le continent. En effet, cette appellation qui réfère au « local » renvoie directement à la notion de disponibilité et de proximité, donc d'économie, alors que celle de « matériau » implique celle d'une matière première qui doit être transformée avant d'être utilisée avec éventuellement un possible réemploi ou recyclage en fin de vie, ce qui rapproche ce concept de celui, plus récent, de « circuit court ».



Commission Justice et Paix, Ougadougou, Burkina Faso. Architecte : Sayouba Tiemtoré



L'usage de matériaux locaux en construction peut être défini ainsi : « Construire son habitat en privilégiant les ressources disponibles localement, matérielles et humaines, avec des impacts bénéfiques sur les plans économique, social, culturel et environnemental, tant au niveau local que global ».

Ces matériaux locaux sont le résultat de la transformation ou de l'assemblage d'une ou de plusieurs ressources naturelles extraites à proximité du site de construction. Idéalement ils nécessitent peu de transformation pour constituer des éléments ou composants pouvant remplir diverses fonctions (supporter, isoler, clore, etc.) dans un édifice donné avec une économie maximale d'énergie non renouvelable pour sa construction puis son usage. Ils peuvent être classés en deux catégories principales :

- les « biosourcés » d'origine végétale ou animale — la matière qui les constitue est issue de la biomasse ;
- les « géo-sourcés » d'origine minérale — la matière qui les constitue est issue des couches géologiques ou pédologiques de la croute terrestre.

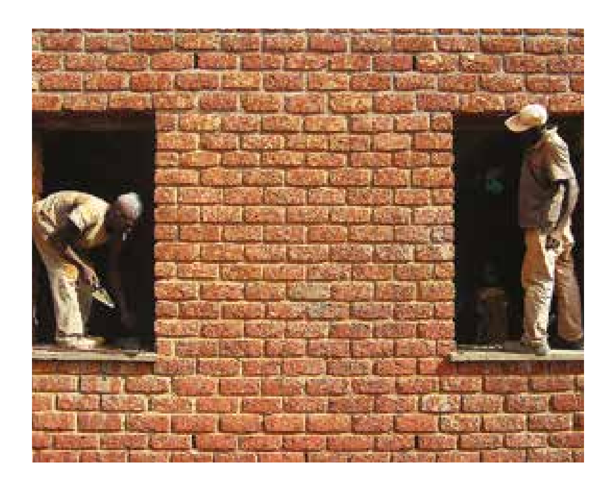
«Matériaux locaux» renvoie aussi à l'idée de ce qui se fait localement. Or, c'est bien ce qu'a fait l'homme partout dans le monde depuis la nuit des temps. En Afrique, les matériaux utilisés sont très divers, de par leurs caractéristiques et leurs usages, ce qui a donné naissance à

des habitats ruraux ou urbains très variés. Les savoirs et savoir-faire qui leur sont associés peuvent être le résultat de traditions très anciennes, mais aussi de pratiques plus récentes. Certains d'entre eux sont d'ailleurs le résultat d'échanges culturels ayant insufflé des idées de renouvellements et d'innovations.

Sous l'influence de la globalisation, ces pratiques ont toutefois eu tendance à disparaitre. Pourtant, ces intelligences constructives « traditionnelles » constituent un vivier d'innovations important, pouvant jouer un rôle majeur en substitution ou complément des matériaux industriels ou « thermo-industriels » qui nécessitent des étapes de transformation avec d'importantes consommations d'énergie et de production de gaz à effet de serre, de déchets dont certains sont fort polluants.

Les matériaux locaux présentent de nombreux avantages en matière d'impact environnemental, de performances et de confort. Faits à partir de matières naturelles, ils sont aussi souvent favorables à la bonne santé des habitants. Mais ils ne peuvent pas forcément tout faire. Ainsi, les bonnes logiques doivent se baser sur le principe du bon matériau au bon endroit.

Les possibilités en matière d'hybridations ou d'associations restent peu explorées. On peut pourtant imaginer qu'elles sont nombreuses, laissant augurer nombre d'innovations dans les prochaines années en réponse au besoin urgent de transition sociale et écologique un peu partout dans le monde et bien sûr pour le continent africain. C'est l'objectif de cet ouvrage que de mettre en avant un certain nombre d'exemples de telles démarches qui pourront en inspirer bien d'autres dans les années à venir.





1

MATÉRIAUX LOCAUX : UNE PERSPECTIVE HISTORIQUE

À l'origine de l'habitat : les matériaux locaux

Dans sa quête de se protéger des éléments et des dangers extérieurs, de se fabriquer de l'intimité et du confort, mais aussi pour développer ses activités, l'homme a, au cours de son histoire, construit des habitats très variés, du plus simple abri aux complexes urbains les plus élaborés à partir des matériaux disponibles localement. En fonction des territoires, des ressources présentes à proximité et des spécificités géographiques, en fonction des pratiques sociales et culturelles et des besoins et moyens propres à chaque communauté ou société, cet habitat s'est matérialisé dans des formes singulières et très variées. Ce qui constitue une grande partie de notre patrimoine bâti a été possible grâce aux techniques de construction et aux savoirs associés aux matériaux issus de la transformation de ressources minérales, végétales et animales locales. Ces techniques de construction ont été perfectionnées au cours du temps, souvent à travers des processus d'expérimentation, pour répondre à de nouveaux besoins ou enjeux.

Des matériaux locaux aux matériaux industriels

Avec l'avènement de nouveaux procédés de production et de construction à l'ère industrielle, de nouvelles technologies de construction ont émergé et se sont diffusées à l'échelle mondiale. À partir de la fin du XIX[e] siècle, une certaine « rupture » a lieu. Même si elles persistent encore en de nombreux endroits, les cultures constructives « traditionnelles » ont vu leurs champs d'application se réduire, voire disparaitre pour certaines, ainsi que les savoirs associés. Dans les zones peu accessibles ou lorsqu'elles sont très fortement ancrées dans les pratiques locales, celles-ci se maintiennent. Dans de nombreux endroits, les matériaux locaux cohabitent avec les « matériaux thermo-industriels ». Les matériaux locaux représentent encore aujourd'hui une ressource essentielle pour se loger pour une partie importante de l'humanité.

Des matériaux pour construire autrement

Confrontées à la crise de l'énergie du début des années 70, à la recherche de nouveaux modèles sociaux, économiques et philosophiques, des initiatives sont lancées pour produire « autrement » et considérer les matériaux locaux comme alternatives viables aux techniques de construction énergivores. La terre crue tout comme le bioclimatisme, pour ne citer qu'eux, deviennent les fers de lance de ce renouveau. En Europe, en Afrique comme dans d'autres endroits du monde, de nombreuses expérimentations et recherches sont menées en vue de réactualiser les matériaux locaux et les techniques de construction « traditionnelles ».

La « technologie appropriée » : une tentative de renouveau

À partir des années 70, se développe un mouvement pour la « technologie appropriée » dans la construction, avec de nombreux projets dont quelques-uns ambitionnent déjà le montage de véritables filières. Ces expérimentations trouvent des applications dans le cadre de politiques de transfert de technologies qui font partie de coopérations bilatérales ou de programmes des Nations Unies (entre autres BIT, PNUD ou CNUEH). Beaucoup de ces actions et projets concernent les pays africains, à l'image du projet LOCOMAT au Burkina Faso. Cette période « faste » conduit à la production et la diffusion de nouvelles connaissances scientifiques et technologiques s'appuyant notamment sur la technique du bloc de terre comprimée stabilisé (BTC) ou encore la réintroduction de formes architecturales traditionnelles pour les toitures, à l'instar du projet *Construction Sans Bois* développé par *Development Workshop* en zone sahélienne. Un réseau international[1] sera même créé à la fin des années 80 avec l'objectif de conseiller et diffuser de l'information sur les technologies appropriées pour le bâtiment.

C'est aussi à cette période que la France lance un programme

1 BASIN (Building Advisory Service and information Network), réseau de conseil et d'information pour le bâtiment aujourd'hui disparu.

d'équipements publics et d'habitat social de grande ampleur sur l'île de Mayotte où plus de 10 000 logements et 1 000 bâtiments publics en terre seront réalisés entre 1982 et 1988. Le domaine de la terre, opération de 65 logements sociaux de l'OPAC38 verra le jour à Villefontaine (Isère) à la même période.

De l'enthousiasme aux questionnements

Au tournant du millénaire, avec la fin de la *Stratégie mondiale du logement* promue par les Nations Unies, l'engouement pour les « technologies appropriées » s'essouffle. Initialement perçue comme la solution au problème de l'accès à un habitat décent pour tous, cette approche n'a pas permis d'atteindre les résultats escomptés. Malgré quelques succès importants, elle se heurte aux réalités du terrain mettant en exergue les manques et les faiblesses des projets. Trop « hors-sol » et imposées par le « haut », les « technologies appropriées » ont souvent été une réponse très technique souffrant d'une absence de prise en compte des enjeux sociaux et économiques locaux. Le mauvais dimensionnement des projets dû à une absence de prise en compte des compétences disponibles et des temporalités nécessaires à l'apprentissage et à la montée en compétence n'a pas permis d'atteindre les objectifs visés. Cette situation va finir par générer de la frustration qui à terme rejaillit sur la dynamique des matériaux locaux.

Tirer les leçons : des « matériaux locaux » aux « cultures constructives locales »

Malgré tout, cette phase a permis de produire des connaissances très importantes, de réinterroger les approches et de tirer des leçons pour le futur. Celles-ci peuvent se résumer de la façon suivante :

- des solutions souvent décontextualisées, avec une prise en compte insuffisante des spécificités sociales, culturelles, techniques et économiques locales ;
- des hypothèses de départ erronées ou incomplètes (e.g. techniques « simples » ne requérant pas ou peu de compétences) basées sur des idées préconçues ou un manque de références ;
- des projets mal dimensionnés et dont l'adéquation objectifs/moyens n'avait pas été correctement évaluée ;
- des constructions en matériaux locaux « améliorés » moins chers que les constructions conventionnelles, mais qui restent inabordables pour le plus grand nombre en comparaison avec les solutions déployées par le secteur informel et artisanal ;
- des modes de calcul défavorables qui ne prennent pas en compte les coûts indirects et les aides dont bénéficient les filières concurrentes ;
- des innovations techniques trop importantes par rapport aux pratiques locales, introduisant un degré de complexité inutile ou difficilement assimilable sur un temps court ;
- des initiatives souvent exclusivement centrées sur les populations les plus défavorisées contribuant à une image de matériaux pauvres pour les pauvres ;
- malgré tout, des projets emblématiques et un potentiel fort pour répondre aux enjeux en matière d'établissements humains durables.

Il ressort de cette période très riche, un positionnement et une logique de projet très orienté « produits » et pas du tout « processus », une quête de la solution technique universelle qui répond à toutes les situations.

De ce constat émergera l'idée d'approches intégrées basées sur une compréhension du contexte et la nécessité de procéder de manière itérative, par étapes successives, en alternant des phases d'études, de conception, de mise en œuvre et d'évaluation à travers diverses activités complémentaires afin de créer progressivement les conditions de réussite du projet.

De fait cela nécessite, entre autres, une implication des parties prenantes, le renforcement des capacités locales, et des actions de promotion et de sensibilisation. D'un point de vue socio-technique, cela se traduit par une meilleure prise en compte des savoirs et savoir-faire locaux, des dynamiques sociales et des modes d'habiter préexistants sur les territoires. C'est ce constat qui va fonder l'approche « cultures constructives locales ».

VERS UN RENOUVEAU DES MATÉRIAUX LOCAUX À L'AUNE DES OBJECTIFS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Depuis une dizaine années, on constate un retour en grâce des matériaux locaux, qui bénéficient d'un cadre et d'un contexte beaucoup plus favorable. D'un côté, les connaissances scientifiques ont largement progressé et sont beaucoup plus solides : les matériaux locaux sont des objets de recherche et ont gagné en reconnaissance et en maturité. D'un autre côté, la prise de conscience de la réalité du changement climatique et les besoins en habitat durable sont aigus et font résonnances aux approches douces, durables, équilibrées et locales développées autour des matériaux locaux. La menace exercée sur les milieux naturels et humains par les pratiques actuelles du bâtiment, avec leurs conséquences socio-économiques, accentue l'intérêt porté à des matériaux et des techniques en phase avec les objectifs de développement durable.

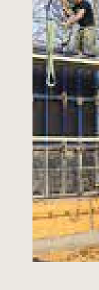
Une reconnaissance internationale de plus en plus forte
Ce regain d'intérêt au niveau international de la part de nombreux acteurs (architectes, collectivités, institutions publiques, entreprises, etc.) modifie en profondeur l'image des matériaux locaux et des techniques dites « vernaculaires ». Même si cette tendance s'observe plus nettement au sein de catégories de population plus aisées et dans les pays « riches », ces matériaux sont désormais présentés sous un angle résolument contemporain, articulant tradition et modernité et s'inscrivant dans une démarche durable.
Depuis ces dernières années, en France et dans le reste de l'Europe, l'intérêt pour les matériaux locaux n'a jamais été aussi fort de la part des pouvoirs publics[1] qui soutiennent ou participent à de nombreuses initiatives[2] portées par le secteur privé, la recherche ou la société civile.

1 ministère de la Culture, ministère de la transition écologique, ministère des Affaires européennes et étrangères, pour ne citer qu'eux
2 Cycle Terre, ECVET, projet H2020, « Africa Europe BioClimatic buidlings for XXI Century » (ABC21), etc.

FOCUS

UNE DYNAMIQUE GLOBALE ET UNE MULTITUDE D'INITIATIVES AUTOUR DE LA TERRE, DES FIBRES, DU BAMBOU, DU BOIS, ETC.

réseaux de professionnels,
laboratoires de recherche,
expositions,
conférences,
prix d'architectures,
architectures contemporaines et bâtiments remarquables,
bâtiments publics,
programmes de logement,
publications,
thèses,
enseignements académiques,
formation professionnelle,
cadres institutionnels de développement des filières,
normalisation,
etc.











ARCHITECTURE EN FIBRES VÉGÉTALES D'AUJOURD'HUI

TERRA FIBRA AWARD





ECVET *Earth building*

1. Conservatoire Européen des échantillons de sol -INRAE Val de Loire; Architectes : D&A et NAMA architecture
2. College de Paiamboué, Koné, Nouvelle-Calédonie; Architectes : André Berthier, Joseph Frassanito, Espaces Libres (K'ADH)
3. Immeuble de bureaux «Françoise-Hélène Jourda» à Nantes Architecte : forma6 Nantes.
4. Centre d'accueil des visiteurs de Tåkern Architecte : Wingårdhs



1 & 2. Marché central, Koudougou, Burkina Faso. Architecte : Laurent Séchaud
3. Hôpital chirurgical pour enfants, Entebbe, Ouganda. Architecte : RPBW (Renzo Piano Building Workshop)
4. Commission Justice et Paix, Ougadougou, Burkina Faso. Architecte : Sayouba Tiemtoré

FOCUS

DES INITIATIVES SUR LE CONTINENT AFRICAIN

réseaux de professionnels,
programmes universitaires,
programmes de recherches,
expositions,
festivals,
conférences,
prix d'architectures,
entrepreneurs,
architectes et bâtiments remarquables,
publications,
cadres réglementaires,
programmes étatiques d'habitat social
etc.
Autour de la terre principalement,
mais aussi des fibres, de la pierre, du bois,
etc.



RENOUVEAU ET RECONNAISSANCE SUR LE CONTINENT AFRICAIN

En Afrique, cette reconnaissance des matériaux locaux et des savoir-faire associés s'observe à travers diverses initiatives. De nombreux projets voient à nouveau le jour portés par une maîtrise d'ouvrage publique ou privée très sensibilisée à la terre crue ou aux fibres, grâce à une maîtrise d'œuvre de plus en plus compétente. En parallèle, des ONGs, telle que la Voute Nubienne, font la promotion de la maçonnerie et des toitures en terre crue, et des grandes entreprises du bâtiment ou industriels, comme LafargeHolcim avec leur projet 14Trees, ont investi dans le lancement de filières BTC. Ces initiatives sont aussi bien portées par le secteur public que privé ou par la société civile et s'inscrivent dans des projets de logements, d'équipements publics, touristiques ou encore commerciaux portant en elles une démarche sociale, culturelle ou écologique, souvent les trois à la fois. Un nombre de plus en plus important d'écoles d'architecture et d'ingénieurs sur le continent intègrent les matériaux locaux dans leurs programmes pédagogiques. Les programmes de formation professionnelle s'enrichissent de la même façon et l'entrepreneuriat « vert » se développe. Des réseaux d'acteurs voient le jour. La recherche se développe et des conférences s'organisent autour des questions liées aux matériaux locaux, aux savoirs vernaculaires, à l'architecture durable et l'économie circulaire, etc. Enfin, les cadres réglementaires commencent à évoluer pour s'adapter et intégrer ces pratiques encadrées parfois par des politiques publiques s'engageant en faveur de la construction durable.

Bien qu'il existe toujours des freins et qu'il reste du chemin à parcourir, les matériaux locaux pour la construction bénéficient aujourd'hui d'une meilleure reconnaissance. Le contexte est désormais plus favorable à leur développement à travers une prise en compte et une meilleure gestion des ressources locales. Cela peut s'observer à divers degrés sur l'ensemble du continent. Il est possible de constater aujourd'hui les prémices de la constitution d'un véritable écosystème, qui se développe en rapport à une demande et un marché en croissance. Cependant, ces dynamiques restent fragiles et encore trop isolées. Soutenir et accompagner l'émergence de cet écosystème constitue un enjeu majeur afin d'obtenir des résultats durables et à grande échelle. Cela impose des engagements politiques dans la durée et des stratégies ambitieuses.

FOCUS

RETOUR SUR UN PROGRAMME EXEMPLAIRE DE DÉVELOPPEMENT À GRANDE ÉCHELLE` : **DE L'EXPÉRIMENTATION A LA FILIÈRE BTC, MAYOTTE 40 ANS D'HISTOIRE**





En 1979, en réponse à la situation insulaire contraignante de Mayotte, une filière de matériaux locaux basée principalement sur la production de Blocs de Terre Comprimée (BTC) a été mise en place avec plusieurs objectifs :

- économiques : limiter l'importation onéreuse de matériaux et en créer des emplois ;
- environnementaux : éviter d'utiliser le sable des plages qui mettait en danger l'équilibre écologique du lagon ;
- sociaux : développer un programme d'ampleur de résorption de l'habitat « insalubre » et construire des équipements publics (administration, éducation, santé, etc.)

La Société Immobilière de Mayotte (SIM) et les services de l'état se sont appuyés sur cette filière pour mettre en place cet ambitieux programme de construction. Celui-ci incluait une réflexion originale sur l'accession au bien autorisant la participation des bénéficiaires sous plusieurs formes (matériaux, main-d'œuvre, financière) et la valorisation d'une multitude d'acteurs locaux (carrières, briqueteries, petites entreprises, groupement d'artisans, coopérative d'achat). Pour cela, un important programme de renforcement de capacités avait aussi été mis en place.

Ce dispositif a permis de produire jusqu'à 2 000 unités de logement par an. En l'espace de 20 ans, ce sont plus de 18 000 logements sociaux et près de 2 000 bâtiments publics qui ont été construits. Ceci avait clairement démontré l'applicabilité du concept de matériaux locaux à des programmes d'ampleur et sa capacité à générer du développement économique local.

Paradoxalement, au tournant des années 2000, la filière BTC mahoraise va connaître un essoufflement. Avec un soutien institutionnel moindre et un retour en force d'acteurs habitués à des solutions constructives normalisées, la chaîne de valeur

de la filière BTC va se déstructurer, entraînant une raréfaction des savoir-faire et des acteurs.

Aujourd'hui, face aux enjeux environnementaux de la production de sable de carrière et dans un contexte d'urgence climatique, mais aussi économique et sociale, les qualités de cette filière locale sont reconsidérées. Désormais, les services de l'état soutiennent à nouveau le BTC et incitent à son utilisation dans les grands programmes de construction scolaire. Ils appuient également l'association ART.Terre qui regroupe des professionnels locaux, pour instaurer un cadre normatif pour le BTC et redévelopper les compétences.

Cette prise en considération de l'importance de la normalisation à Mayotte avait déjà conduit à une première norme « produit » sur le matériau BTC en 2001 (NF XP P13-901). Ce travail a été récemment repris avec la préparation, validation puis publication d'une ATEx de type A qui sert aujourd'hui de référence pour les grands projets de construction en cours, dont le Lycée des Métiers du Bâtiment à Longoni qui comporte plus de 30 000 m² de surface couverte.

Le patrimoine bâti mahorais en BTC constitue un objet d'étude exceptionnel pour notre connaissance de cette technique, ayant d'ailleurs révélé l'excellent comportement des constructions lors de plusieurs aléas naturels majeurs : cyclones et séismes. Mais au-delà, ce programme constitue un retour d'expériences unique concernant les stratégies ayant permis d'assurer la viabilité d'une filière locale d'ampleur et de répondre de manière durable à la problématique du logement à l'échelle d'un territoire homogène.



Logements SIM, Mayotte. Architecte : Tand'M Architectes

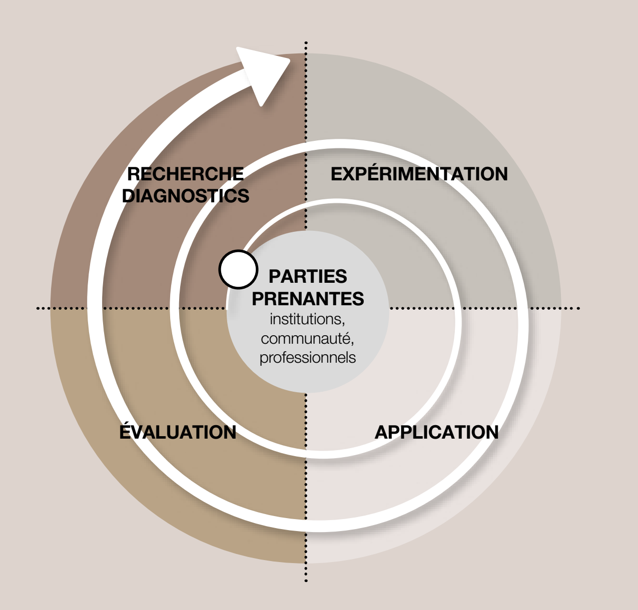
FOCUS

MAYOTTE 40 ANS D'HISTOIRE
ÉLÉMENTS CLEFS ET LEÇONS D'UN PROJET EMBLÉMATIQUE ET PIONNIER

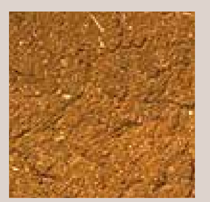
Des principes clairement affirmés dès le début du projet et des objectifs cohérents portés par les parties prenantes et qui ont bénéficié d'un appui dans la durée :

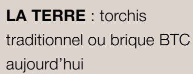
5 PRINCIPES
- Participation et responsabilisation des familles
- Non-endettement des familles
- Évolutivité des logements
- Valorisation des ressources locales, facteur d'emplois
- Formation des artisans et entreprises

3 OBJECTIFS
- Respect des traditions et de la culture mahoraise
- Promotion de la valeur ajoutée locale à travers un développement endogène
- Exploration des alternatives possibles et expériences existantes



MATÉRIAUX LOCAUX ET LEURS USAGES A MAYOTTE

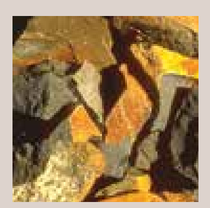




LA TERRE : torchis traditionnel ou brique BTC aujourd'hui



POUZZOLANE : route, brique BTC, etc.



PIERRE : pierre basaltique en fondation, mur, parement, sol…

Une temporalité effective pour produire de la connaissance pour l'action, à travers l'expérimentation et l'innovation à plusieurs niveaux :

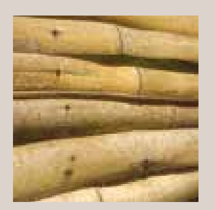
1. MATÉRIAUX LOCAUX ET LEURS USAGES
- Utilisation des ressources locales (terre, pierre, bois et fibres végétales) avec une réflexion sur l'implantation géographique des unités de production
- Développement des systèmes constructifs associés
- Développement d'une coopérative d'achat groupé

2. RESSOURCES HUMAINES ET DYNAMIQUES SOCIALES, CULTURELLES ET TERRITORIALES
- Appui aux dynamiques locales et modes d'organisations traditionnels
- Soutien aux initiatives familiales
- Activation du tissu artisanal
- Accompagnement au développement d'entreprises
- Formation et renforcement des compétences à tous les niveaux

3. ARCHITECTURAL, SPATIAL ET URBAIN
- Prise en compte et respect des modes d'habiter mahorais
- Soutien à l'émergence d'une architecture porteuse d'identité, adaptée aux caractéristiques climatiques et aux risques majeurs, et à taille humaine
- Développement concerté de nouvelles formes urbaines et d'habitat évolutif

4. HABITAT SOCIAL
- Mise en place d'une politique ambitieuse et volontariste
- Mise en place d'approches innovantes comme l'aide en nature évolutive, etc.

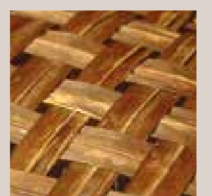
Une démarche itérative qui a permis d'expérimenter, de réajuster, de sélectionner et de valider les options pertinentes pour bâtir un projet solide grâce à des activités complémentaires au fur et à mesure des étapes du développement du projet et conduire vers la mise en place d'une filière.



BAMBOU ET RAPHIA : clôture ou paroi légère



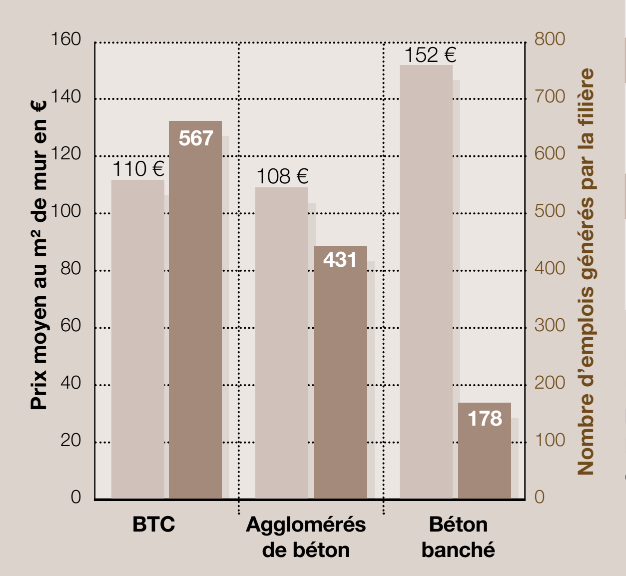
BOIS DE MANGUIER : bardeau de toiture



COCOTIER : bois d'œuvre, plancher, palmes tressées en couverture.

Des résultats probants et démontrés en matière d'impact environnemental, social et économique :
Entre 1979 et 2001, la Société Immobilière de Mayotte a produit 37 % de l'ensemble des logements construits sur l'Île. Plus d'un logement sur 3 et près d'un sur 4 si l'on considère l'ensemble du parc construit pendant cette période l'ont été en BTC.

Un m² de mur en BTC de prime abord plus cher, mais un coût final bien moindre pour la société :
Le prix moyen d'un m² de mur en BTC à Mayotte est plus cher de 2,2 % par rapport au mur en aggloméré de béton enduit. La principale raison du « surcoût » est liée à la part de main-d'œuvre de 25 % plus importante. Les emplois supplémentaires générés n'apparaissent cependant pas dans ce coût direct et l'estimation du bénéfice « social » de leurs prises en compte serait économiquement favorable à la filière terre à hauteur d'environ 1,1 million de 1979 à 2001.





Le Shanza, la maison traditionnelle deux pièces et sa cour, a fait l'objet d'une étude sur les cultures d'habiter mahoraises au démarrage du programme afin de les respecter au mieux dans les nouveaux modèles d'habitat social

Un coût de création d'emploi performant
Inversement le coût de création d'un emploi dans le domaine des BTC est dans ce projet **inférieur de 3 %** à celui de la filière aggloméré de ciment hors coût social. C'est souvent un aspect négligé alors que l'employabilité est au cœur des enjeux de développement durable.

Type de mur	BTC de 14 cm	Aggloméré de béton et enduit de 15 cm
Énergie incorporée		
en MJ	**37,7**	**363**
Valeur rapportée	**1**	**9,63**
Contenu en CO_2		
éq. kg de CO_2	**3,2**	**56**
Valeur rapportée	**1**	**17,5**

Un bénéfice environnemental important
Un impact environnemental qui se traduit par u**n rapport de l'ordre 1 à 10 en faveur du BTC** pour ce qui concerne l'énergie incorporée et **de 1 à 17,5** pour ce qui concerne les émissions de dioxyde de carbone



2

TYPOLOGIE DES RESSOURCES SUR LES TERRITOIRES AFRICAINS

Le continent africain est riche de nombreuses ressources naturelles utilisables pour la construction. Terre(s), pierres, sables, bois, fibres, etc., sont des ressources assez largement disponibles, même si de façon hétérogène, compte tenu de la variété des contextes géographiques, géologiques et climatiques. Elles sont donc exploitables de façon différenciée, et ce d'autant que les qualités et propriétés intrinsèques de chacune varient aussi selon les caractéristiques spécifiques de chaque territoire.

Cette diversité physique se double d'une importante diversité culturelle. Ceci résulte en une mosaïque de situations, y compris à l'intérieur d'un même pays, ce qui a engendré une grande richesse de cultures constructives traditionnelles. Alors que des continuités de ces utilisations traditionnelles existent toujours, certaines de ces ressources ont fait l'objet d'études et de propositions d'améliorations. Les retours d'expériences de ces dernières décennies en la matière mettent en exergue que le potentiel d'utilisation à grande échelle dépend toutefois des conditions d'approvisionnement, mais aussi des capacités locales de les mettre en application, à la fois des points de vue techniques et économiques. Il s'agit aussi de trouver des réponses en correspondance avec les moyens et attentes des populations en matière d'amélioration de leur habitat (usage, valeur).

Avant de pouvoir se lancer dans des projets de valorisation de ces matériaux locaux, il est donc important d'avoir une bonne évaluation qualitative et quantitative des ressources naturelles disponibles, mais aussi de prendre en compte les ressources humaines pouvant les valoriser. Cela inclut les systèmes d'acteurs et les compétences — existants ou nécessaires — pour assurer un approvisionnement et une valorisation durable et raisonnée.

Une phase de diagnostic est à encourager pour bien identifier le potentiel existant sur un territoire donné pour répondre aux besoins de manière à la fois efficace et soutenable. Pour cela, une bonne connaissance des cultures constructives locales — incluant les modes d'habiter, mais aussi de gestion et d'approvisionnement — est un préalable nécessaire pour tout type de projet.

En effet, beaucoup de métiers reposant sur les savoirs traditionnels de gestion des écosystèmes, d'extraction des ressources et d'utilisation des matériaux locaux présentent de forts potentiels d'actualisation et de redynamisation. Il existe aussi nombre de recettes locales pour des additifs permettant une amélioration des matières premières de base : traitements dans la masse, traitements de surface, peintures, etc. Ces savoir-faire et recettes traditionnels sont aussi un important vivier d'innovations pour la création de « nouveaux » bétons, mortiers ou traitements antiparasites écologiques.

Il est enfin à noter que l'adéquation à un territoire doit aujourd'hui tenir compte des options offertes par le transport des matériaux « de l'extérieur », surtout quand leurs apports sont utiles et qu'ils complètent efficacement ce qui peut être fait avec les matériaux locaux. Ces apports peuvent aussi se faire de manière transitoire dès lors que des stratégies sont mises en place pour (re)créer les conditions d'approvisionnement au niveau du territoire lui-même.



LA TERRE CRUE

Utilisée depuis des millénaires pour la construction, la terre crue est de nouveau appréciée pour la construction contemporaine : proximité de la matière première, valorisation des savoir-faire, sobriété énergétique, confort intérieur, économie circulaire, etc.

Il existe une très grande variété de techniques et d'usages impliquant la terre crue comme matériau structurel (pisé, adobe, BTC, etc.), comme matériau de remplissage (torchis) ou encore comme enduit sur un support en terre ou non.

La terre crue sous toutes ses formes est encore majoritairement utilisée de manière informelle sur tout le continent africain, pourtant elle rencontre de nombreux obstacles pour être reconnue et se développer : image dégradée, absence des cursus de formation des professionnels du bâtiment, absence de réglementation voire freins réglementaires.

CFP (centre de formation professionnel) de NIORO du RIP/ Sénégal
Architecte : KHôZé. Entreprise : #ELEMENTERRE



CARACTÉRISTIQUES

Disponibilité : Abondament disponible, sur place ou à proximité, ou alors issue des déchets de carrières ou des terres d'excavation, en particulier en zone urbaine.
Extraction : Peu de conflit avec d'autres intérêts ou d'impact en termes d'occupation du sol. Une bonne gestion est nécessaire pour éviter certains impacts (érosion, glissements de terrain, fosse dangereuse et insalubre).
Circularité : Potentiel de valorisation des terres d'excavation et des déchets de carrières. Non stabilisé, c'est un matériau aisément réutilisable et recyclable à l'infini ou pouvant retourner aux terres agricoles.
Énergie et émissions : Non stabilisé, c'est un matériau bas carbone et à faible énergie grise (transformation et mise en œuvre) y compris pour des systèmes mécanisés.
Confort intérieur : Matériau non toxique et dont l'inertie thermique et l'aptitude à réguler l'humidité assurent un climat intérieur sain et un confort thermique permettant la réduction des besoins de chauffage ou de climatisation.
Caractéristiques physiques : Matériau incombustible et imputrescible, sensible à

LE TORCHIS

Le torchis consiste à habiller une ossature porteuse de poteaux et tiges de bois ou bambou avec de la terre fibrée. Cela permet de construire extrêmement vite avec un volume très limité de matériaux.



l'eau et présentant une bonne résistance en compression et non en traction. L'ajout d'additifs (fibres) ou d'armatures améliore ses capacités de traction y compris face aux tremblements de terre.

Aspects socioculturels : Potentiel de préservation et de revalorisation des patrimoines architecturaux et des savoir-faire d'une grande valeur culturelle et sociale. Potentiel de contribution à une meilleure inclusion sociale à travers la revalorisation de pratiques souffrant de préjugés négatifs.

Durabilité : Bien construits et correctement entretenus, les bâtiments en terre démontrent une très longue durée de vie.

Aspects économiques : Très variables selon l'ajout de matériaux industriels et le coût de la main-d'œuvre, principalement. Le coût en numéraire peut être très bas pour une maison de qualité en autoconstruction.

Esthétique et flexibilité d'usage : Par l'étendue des nuances, le grain de la matière, ou encore sa diversité et flexibilité d'usage, la terre crue offre la possibilité de travailler une grande diversité de formes, de teintes et de textures.

APPLICATIONS

La terre, constituée d'argile et de grains en proportion variable, permet une très grande diversité d'applications selon sa composition, l'état hydrique et le mode de mise en œuvre :

- Terre compactée à l'état humide (pisé, BTC), empilée ou moulée à l'état plastique (bauge, adobe), mélangée ou appliquée à l'état visqueux (torchis, mortier, enduits)
- Application structurelle (murs, piliers, arcs, voûtes, coupoles) sous forme monolithique (bauge, pisé) ou maçonnée (adobe, BTC).
- Application non structurelle : remplissage de mur, plancher ou toiture, mortier, revêtement de façade, de toiture, de sol.

La terre crue complète très bien d'autres matériaux naturels (pierres, bois, fibres) de diverses manières.

CONDITIONS D'USAGE DURABLES

L'évaluation du type de terre permet de déterminer son adéquation à l'usage envisagé et le besoin en additifs (sable, paille).

La terre est sensible aux pluies battantes ainsi qu'aux infiltrations humides. Une bonne architecture, des dispositions constructives adaptées et une bonne mise en œuvre assureront une bonne protection. Exemples de dispositions constructives : longs débords de toit, soubassements et barrière capillaire, masse d'usure ou plateforme surélevée, enduits protecteurs de chaux ou terre.

L'ADOBE OU BRIQUE DE TERRE MOULÉE (BTM)

L'adobe est une brique de terre crue, moulée et séchée à l'air libre. La terre argileuse est parfois additionnée de sable et/ou de paille. Cette technique est la plus populaire et la plus répandue dans le monde.



LE PISÉ

Les murs monolithiques en pisé sont élevés en compactant la terre dans des coffrages, avec des fouloirs manuels ou pneumatiques. Cette technique est répandue en Europe, en Chine et en Afrique du Nord, mais elle se développe ailleurs dans le monde.



LA BAUGE

Les murs en bauge, très répandus en Afrique, sont des murs de terre façonnés à la main par levées successives. Leur épaisseur peut varier de 5 à 60 cm en fonction de l'usage et de la présence ou non de fibres dans la terre.



LE BLOC DE TERRE COMPRIMÉE (BTC)

Le BTC est fait de terre compactée à l'aide de presses manuelles ou mécanisées. Il est généralement stabilisé à environ 6 % de ciment. Cette technique a été introduite à partir de 1950, dans le cadre de programmes d'habitat économique.





LA PIERRE NATURELLE

La pierre en tant que matériau de construction est utilisée depuis longtemps comme élément structurel de maçonnerie. Sa disponibilité variable selon les territoires et les difficultés d'extraction et de taille qu'elle pose parfois a conduit à la réserver plus souvent aux architectures prestigieuses ou monumentales. Aujourd'hui, les moyens modernes ont permis de faciliter son extraction et sa taille.

La diversité des formations géologiques dont elle est issue se traduit naturellement par une grande variété de pierres aux caractéristiques distinctes (granite, calcaire, grès, ardoise, pierre volcanique, marbre, latérite, etc.). Les architectures en pierre jouent avec des éléments structurels de murs et piliers, en remplissage ou en revêtement.

Centre d'information touristique de Kilwa, Tanzanie.
Architecte : NAMA architeture



CARACTÉRISTIQUES

En tant que matériau géosourcé, la pierre possède des caractéristiques très similaires à la terre (circularité, sobriété énergétique, confort intérieur, etc.).

Disponibilité : Matériau disponible en quantité dans de nombreuses zones, notamment montagneuses. Certaines zones peuvent se trouver assez éloignées d'une carrière de pierre de bonne qualité. La latérite, très présente dans le Sahel fournit le bloc de latérite taillée (BLT) utilisé dans la maçonnerie.

Extraction : Les pierres sont généralement extraites des carrières, mais peuvent aussi être issues des rivières (galets). Une bonne gestion des carrières est indispensable. Son transport peut affecter les routes rurales. La pierre peut aussi provenir du nettoyage des champs ou des pierres d'excavation.

Circularité : Potentiel de valorisation des déchets des champs et des pierres d'excavation. C'est un matériau couramment réutilisé et réutilisable à l'infini.

Énergie et émissions : Si la pierre est extraite à proximité, c'est un matériau bas

À partir de pierres taillées, différents emplois sont illustrés ici : en dallage de sol, en mur de fondation, de soubassement, en paroi de moellons équarris, en renforcement sous forme de chaîne d'angle.



carbone et à faible énergie grise (extraction, transformation et mise en œuvre).
Confort intérieur : Inertie thermique et non-toxicité assurent un climat intérieur sain et un bon confort thermique.
Caractéristiques physiques : Selon le type de roche, matériau qui peut être très robuste, durable dans le temps et peu sensible à l'humidité. Les éléments de maçonnerie en pierre ont une résistance à la compression élevée et une faible résistance en traction. Ils peuvent être sensibles aux remontées capillaires.
Aspects socioculturels : Potentiel de préservation et de revalorisation des patrimoines architecturaux et des savoir-faire associés.
Durabilité : Bien construits et correctement entretenus, les bâtiments en pierre ont une très longue durée de vie.
Aspects économiques : Très variables selon la distance de la carrière, les difficultés d'extraction et de taille, l'ajout de matériaux industriels et le coût de la main-d'œuvre.
Esthétique et flexibilité d'usage : Matériau généralement apprécié, qui renvoie à l'image des monuments prestigieux. La pierre présente une palette de couleurs, de textures et de formes possibles étendue. Son usage est cependant moins flexible que d'autres écomatériaux.

APPLICATIONS

La pierre offre divers produits et applications dans le bâtiment qui dépendent des propriétés de la roche (dureté, résistance aux agressions) :

- Utilisée sous forme de bloc taillé, de lauze (pierre plate) ou sous une forme irrégulière, c'est-à-dire de «tout-venant».
- En application structurelle : fondations, murs, piliers, linteaux, arcs, voûtes, coupoles, escaliers, etc.
- En application non structurelle : remplissage de murs, revêtement de façade, de toiture et de sols.

L'usage de la pierre est très pertinent en complément de murs en terre (fondations, linteaux, appuis de fenêtres, arêtes saillantes, poteaux, sous des pièces de charpentes pour répartir la charge, en renfort des murs, etc.).

CONDITIONS D'USAGE DURABLES

La maçonnerie de pierres exige un savoir-faire hautement qualifié pour la taille et l'appareillage. Elle utilise ou non du mortier (terre, chaux, ciment). Le mortier sert à combler les vides et à caler les pierres, mais ne joue pas le rôle de «colle». La stabilité est assurée par une bonne disposition des pierres.
La maçonnerie de pierre peut être sensible aux remontées capillaires ; des dispositions architecturales et constructives adaptées assureront une bonne protection.
La maçonnerie en pierres sèches (sans mortier) permet à certains animaux de nicher (oiseaux, lézards) ce qui limitent la présence d'insectes nuisibles (moustiques).











LE BOIS D'ŒUVRE

Le bois est très apprécié pour ses qualités esthétiques, sa légèreté, sa résistance et sa facilité de mise en œuvre dans des bâtiments à l'architecture légère. Le bois est encore couramment utilisé sur le continent africain, qu'il soit approvisionné par la filière artisanale informelle ou par la filière industrielle, mais peu d'exploitations sont gérées durablement. En outre, de nombreuses pratiques actuelles en Afrique (séchage inadapté, rapidité d'exécution, etc.) contribuent à donner une image dégradée du bois, d'autant que le meilleur bois est envoyé hors du continent. Il tend à être remplacé par ades matériaux importés (acier, PVC pour les menuiseries).

Matériau biosourcé, le bois présente plusieurs atouts majeurs qui en font un matériau de choix pour l'écoconstruction, s'il est géré durablement. Il est devenu au cours des dernières années un puissant levier d'évolution des techniques constructives, de renouvellement de l'architecture et de développement économique. Il est bien souvent reconnu par la normalisation et est confronté à moins de freins réglementaires que la plupart des autres matériaux bio ou géosourcés.



LE BAMBOU DE STRUCTURE

Le bambou structurel est considéré comme une alternative efficace au bois d'œuvre, à la fois en raison de sa vitesse de croissance, de sa résistance mécanique et de ses qualités environnementales. Il permet les mêmes usages que le bois sous forme d'ossature ou en charpente de toit. Malgré certaines initiatives, son utilisation structurelle est peu répandue en Afrique — étant plutôt utilisé pour le clayonnage du torchis, en structure secondaire (murs et charpente), en revêtement de murs, ou encore sous forme de tuiles.

L'introduction et la promotion du bambou de structure pour la construction en Afrique sont intéressantes, mais nécessitent de créer la filière de A à Z, y compris en introduisant de nouvelles compétences.



CARACTÉRISTIQUES

Disponibilité : La forêt occupe 22 % des terres africaines, majoritairement répartie en zone tropicale. 75 % de ces forêts ne disposent pas d'un plan de gestion durable et la déforestation s'accélère. Les mangroves sont encore plus menacées. À l'état actuel, la ressource disponible est donc limitée. Certaines zones, notamment le Sahel, n'y ont pratiquement pas accès.

Extraction : Ressource renouvelable, mais peu renouvelée en Afrique. La surexploitation a un impact négatif sur l'environnement (biodiversité, stabilité des sols, changement climatique, ressource en eau). À l'inverse une exploitation responsable a un impact très positif.

Énergie et émissions : Potentiel puits de carbone si la forêt est gérée durablement. À l'inverse, le bilan carbone est très défavorable. L'énergie intrinsèque (et bilan carbone) à sa production varie selon certains facteurs (transport, procédés industriels, traitements).

Circularité : Matériau biodégradable qui autorise aisément le réemploi et le recyclage (sans traitement toxique). Les déchets de production sont valorisables.

Confort intérieur : Matériau respirant et isolant, il participe au confort ambiant et à un climat sain (sans traitement nocif). Il a une faible inertie thermique.

Caractéristiques physiques : Matériau aux propriétés très intéressantes : résistance à la traction et à la flexion, léger. Le bois permet





des solutions adaptées en zone sismique et cyclonique. Selon l'essence de bois, matériau sensible à l'humidité, aux champignons et aux insectes. Matériau propagateur de feu, mais présentant une combustion lente et une stabilité au feu, permettant de retarder les dommages.
Durabilité : Très variable selon l'essence du bois et l'attention portée tout au long du cycle de vie du bâtiment (de l'abattage à l'entretien). Les éléments en bois ont une durée de vie potentiellement très longue et sont faciles à réparer ou à remplacer.
Aspects socioculturels : De nombreuses communautés dépendent de la forêt pour leur survie et leur revenu. L'accès au bois de qualité détermine souvent la capacité des populations à se loger de manière adéquate et abordable. La valorisation de la filière bois présente un grand intérêt à la fois pour l'environnement, le bien-être de nombreuses populations, les économies locales, le patrimoine culturel et l'accès à l'habitat.
Aspects économiques : Coûts très variables selon l'essence de bois, le transport, les procédés industriels et les traitements. Matériau rapide d'emploi. Gain en surface (murs moins épais qu'en maçonnerie).
Esthétique et flexibilité d'usage : léger, souple, résistant et facile à travailler, le bois offre une grande richesse d'emploi et d'expressions architecturales. Le système à ossature est très flexible, facile à transformer et à agrandir.

APPLICATIONS

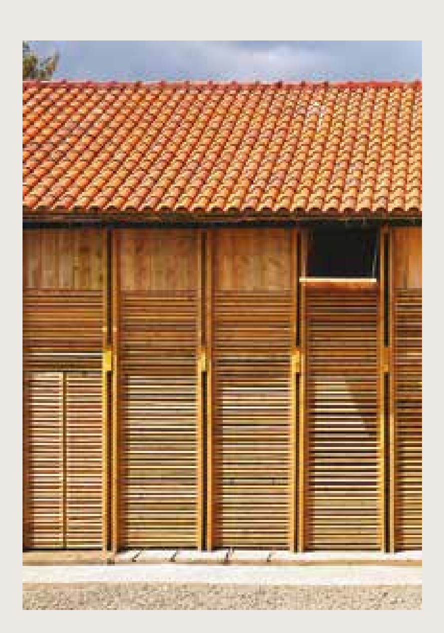
Le bois offre une grande multiplicité de produits et d'usages :

- Bois massif (brut ou raboté ; rond, équarri ou scié) ou bois d'ingénierie (lamellé-collé, reconstitué, contreplaqué, poutrelle en I, etc.)
- En application structurelle : fondations, murs (poteaux-poutre, ossature ou empilement), piliers, poutres, linteaux, escaliers, planchers, charpente de toit.
- En application non structurelle : menuiseries d'ouvrants, revêtements (mur, plafond, plancher, couverture).

Dans l'architecture vernaculaire et en écoconstruction, le bois est souvent associé à d'autres matériaux géo et biosourcés, en particulier pour des structures en ossature bois. Le bois se prête à l'autoconstruction, à la préfabrication, à l'artisanat comme à l'industrie. Le bois permet une mise en œuvre rapide. Il exige cependant un minimum de savoir-faire, voire des savoir-faire hautement qualifiés selon les techniques et en particulier en zone sismique ou cyclonique. Les méthodes d'assemblage sont nombreuses et s'adaptent à toutes les situations.

CONDITIONS D'USAGE DURABLES

La déforestation est un enjeu majeur et **une exploitation durable du bois** est indispensable (renouvellement de la ressource, abattage raisonné, diversité des essences) associé à un soutien au développement de la filière.
Pour **augmenter la longévité du bois**, diverses pratiques sont à encourager **tout au long du cycle de construction et de vie du bâtiment** : abattage (saison, maturité) ; séchage ; dispositions constructives et architecturales ; choix des essences et sélection des pièces de bois ; traitements et finitions ; entretien. De nombreux savoirs et savoir-faire traditionnels méritent d'être étudiés et valorisés.
L'usage de certains traitements chimiques (insecticides et fongicides) doit être raisonné, car ils peuvent créer des risques pour la santé et pour l'environnement et limitent le recyclage du bois.



Le bois peut trouver une multitude d'usages : en structure — ossature porteuse, murs, planchers et charpente, ou en second œuvre - parois légères, menuiseries ou revêtement des sols, murs et plafonds. Ci-dessus : Nakuru Project, Kenya. Architecte : Orkidstudio



LES FIBRES NATURELLES

Les matériaux à base de fibres naturelles, ou matériaux biosourcés, sont des matériaux partiellement ou totalement issus de la biomasse d'origine végétale ou animale, telle que le bois (bois d'œuvre et produits dérivés), le bambou, les palmes, le chaume (roseaux, herbes ou paille) et autres fibres naturelles (sisal).

Des centaines d'espèces végétales sont largement utilisées dans le monde principalement pour les toitures, mais aussi pour les murs, les planchers et des éléments secondaires (cordes, nattes). Des matériaux innovants viennent compléter la large gamme de produits et d'applications : isolants (laines, bottes de paille, etc.), mortiers et bétons (terre-paille, etc.), panneaux ou encore dans la chimie du bâtiment (colles, adjuvants, peintures, etc.).

Ces matières végétales offrent des solutions extrêmement pertinentes et constituent une formidable opportunité pour limiter les émissions de gaz à effet de serre et stocker une grande quantité de carbone.

Centre artisanal du Typha, Maka Diama, Sénégal.
Architecte : Atelier Migrateur Architecture



CARACTÉRISTIQUES

Disponibilité : Les matériaux biosourcés d'origine végétale — hors bois — sont disponibles, ou potentiellement, sur tous les territoires, y compris en zones arides. De nombreuses espèces spontanées et cultivées sont disponibles en Afrique (herbes variées, typha, bambou, roseaux, pailles de céréales, feuilles de palmes, sisal).

Extraction : Matière renouvelable, issue de végétaux à croissance rapide, provenant de trois types de gisements : végétation spontanée, coproduits agricoles ou culture spécifique à cet usage. Leur culture est peu gourmande en eau et en intrants. Elle a l'avantage de stabiliser les sols et de pouvoir préserver (ou restaurer) les écosystèmes naturels.

Énergie et émissions : L'énergie grise de production est généralement faible, voire nulle. L'empreinte carbone est très favorable grâce au stockage de carbone.

Circularité : Non traités, ces matériaux autorisent aisément le réemploi ou le recyclage, ou sont biodégradables. Certains matériaux sont issus de la valorisation des déchets ou de coproduits.

Confort intérieur : Matériaux possédant de très bonnes propriétés thermiques et phoniques. Selon leur usage, ils permettent de ventiler, de filtrer la lumière ou d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur (perspirants, sains).

Caractéristiques physiques : Très variables



selon les végétaux et les conditions d'usages. Matières généralement performantes en traction, avec un bon rapport résistance-poids. Potentiellement combustibles, sensibles aux agents biologiques, à l'humidité et aux agressions et faiblement résistantes à la compression. En resserrant/compressant les fibres ou en les noyant dans un mortier, ces inconvénients sont considérablement réduits. Elles peuvent offrir de bonnes performances structurelles et participent à réduire les risques (dommages et blessures) en cas de tremblement de terre et de forts vents.

Aspects socioculturels : De nombreuses pratiques traditionnelles existent s'appuyant sur un triptyque *gestion du territoire-artisanat-architecture*. Elles font face à des préjugés et à un processus d'abandon. Leur revalorisation présente donc un grand potentiel à la fois pour l'environnement, l'économie locale et le patrimoine culturel.

Durabilité : La durabilité des éléments issus de matière végétale est très variable, selon le type de végétal, l'usage, la qualité de mise en œuvre ou encore l'utilisation de traitement. Une couverture de palme dure de 3 à 10 ans alors qu'une couverture de chaume de qualité et entretenue a une espérance de vie de plus de 30 ans.

Aspects économiques : Coûts extrêmement variables. La matière première est généralement bon marché, voire gratuite. Son niveau de transformation, artisanale ou industrielle impacte plus ou moins son coût. Ainsi, de nombreuses applications traditionnelles peuvent n'exiger aucune ressource en numéraire alors que des panneaux muraux industriels se placent au même niveau que des matériaux conventionnels.





Esthétique et flexibilité d'usage : Les fibres végétales recèlent des potentiels esthétiques très forts. Elles offrent une grande flexibilité d'usage et des expressions architecturales et artistiques illimitées.

APPLICATIONS

Les fonctions auxquelles les matières végétales peuvent répondre dans la construction sont très diverses :

- les fibres, herbes ou feuilles peuvent être torsadées, entrelacées, mises en bottes ou comprimées pour porter, renforcer (armer, fibrer), lier, coffrer, isoler, filtrer (le soleil, l'air), protéger (couvrir), habiller, etc.
- elles offrent une variété de produits de couverture et autres revêtements de murs et plafonds, d'isolation, pour mortiers et bétons, de sous-structure de torchis, de ligature (cordes), pour filtrer la lumière ou ventiler (claustras) ou encore dans la chimie du bâtiment (colles, adjuvants, peintures, etc.),

En Afrique, les utilisations traditionnelles et contemporaines les plus courantes des fibres végétales sont pour couvrir les toits de chaume (roseaux, paille) ou de palmes, pour armer et fibrer la terre argileuse (briques, torchis, bauge et pisé, enduits) et pour produire des cordes et nattes.

Dans les pays industrialisés, un marché en émergence est celui des isolants biosourcés. Des expérimentations sont aussi menées au Sénégal avec le typha.

CONDITIONS D'UTILISATION DURABLES

Le recours à des matières végétales cultivées ne doit pas contribuer à la conversion d'écosystèmes naturels, à la déforestation ou dégradation des forêts et ne doit pas rentrer en concurrence avec l'alimentation.

L'extraction d'espèces spontanées doit aussi être raisonnée et respecter certaines bonnes pratiques de coupes pour permettre le renouvellement, conserver le tapis végétal et préserver les écosystèmes qu'elles abritent, en particulier en zone humide.

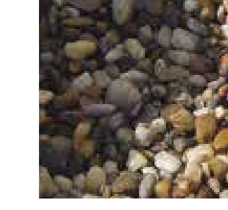
L'identification et la caractérisation des espèces utilisées traditionnellement sur un territoire sont une étape essentielle.

La longévité des éléments dépend du respect des bonnes pratiques de culture, de sélection, de coupe, de transformation, de mise en œuvre et d'entretien. De même, selon les espèces sélectionnées et la mise en œuvre, notamment le niveau de compression des fibres, la combustibilité des éléments peut être considérablement réduite.

Certains traitements chimiques (ignifuge, insecticides et fongicides) existent, mais leur coût est souvent élevé et leur usage peut créer des risques pour la santé et pour l'environnement tout en limitant le recyclage.

On constate un renouveau de l'emploi traditionnel des fibres végétales dans la construction : chaume de toiture, paroi légère…





LES LIANTS : PLÂTRE, CHAUX, CIMENT

Le plâtre, la chaux et le ciment sont des liants minéraux utilisés en divers endroits du bâti principalement pour des mortiers, bétons et enduits. Leur utilisation, en particulier celle du ciment, est devenue presque incontournable.

Énergie et émission : Ces liants sont obtenus par la combustion de roches (gypse, calcaire et argile). Leur production engendre des émissions de GES en particulier pour le ciment (cuisson à 1450 °C) et la chaux (cuisson de 900 à 1250 °C). Le plâtre, cuit à moins de 200 °C, a un moindre impact et a aussi l'avantage d'être recyclable.

Disponibilité : Des filières de production existent en Afrique à plus ou moins grande échelle et principalement industrielle. La filière ciment est très largement dominante. Cependant, malgré la forte augmentation des capacités de production à travers le continent, plus de 60 % des pays africains importent entre 50 et 100 % du ciment consommé, provenant de pays voisins ou bien d'Europe ou d'Asie. Par ailleurs, le prix du ciment est bien plus cher en Afrique qu'ailleurs (en 2014 un sac de 50 kg coûtait en moyenne 9,57 $, contre 3,25 $ dans le reste du monde) (World Bank, 2016).
Les filières de production de plâtre sont surtout situées en Afrique du Nord.
Concernant la chaux, il existe des unités de production industrielle dans plusieurs pays d'Afrique (notamment en Afrique du Nord, mais aussi au Nigéria, en Afrique du Sud, au Soudan, etc.). Des filières de production artisanale existent aussi en divers endroits du continent.

Caractéristiques : Le plâtre et la chaux sont des matériaux qui permettent un climat intérieur sain, car ils respirent et régulent l'humidité. Ils s'adaptent très bien sur des supports en terre ou en pierre ou se combinent très bien à des fibres végétales. Le ciment, quant à lui, n'est pas un bon régulateur hygrothermique et peut bloquer la respiration du support (selon son dosage).

APPLICATIONS

Le plâtre est plus souvent utilisé en intérieur : mortier, moulures, enduits, panneaux muraux, éléments de maçonnerie. La chaux est utilisée en intérieur et en extérieur : mortier, badigeons et peintures, béton de fondations. Le ciment offre un champ d'utilisation très large en tout point du bâti que ce soit sous forme de béton (armé ou cyclopéen), de mortier, d'éléments préfabriqués ou d'enduit.

CONDITIONS D'USAGE DURABLE

L'impact négatif sur l'environnement de ces matériaux, notamment de l'industrie cimentière, incite à développer deux types de stratégies :

- la réduction des émissions des GES à la production (développement de ciments bas carbone), et
- la réduction de leur usage au strict nécessaire à travers une conception intelligente des bâtiments et l'utilisation complémentaire de matériaux à moindre impact environnemental.









SABLES ET GRAVIERS

Les sables et les graviers constituent les ressources les plus consommée après l'eau, plus de la moitié étant utilisée par l'industrie de la construction. Leur extraction massive et souvent mal gérée a un impact majeur sur l'environnement (écosystèmes côtiers et marins, biodiversité, érosion et dégradation des terres, abaissement de la nappe phréatique, etc.) et sur certaines économies (touristique, pêche)

Des sables inadaptés sont parfois utilisés dans la construction compromettant la qualité et durabilité du béton.

Le sable de qualité devient une denrée rare et cela conduit à des exploitations illégales et une montée en puissance de « mafias du sable ».
Plusieurs stratégies ont été identifiées pour faire face à ces enjeux immenses, parmi elles :

- la réduction de la consommation du sable par l'emploi de matériaux alternatifs ;
- la mise en place de stratégies réglementaires d'approvisionnement en granulats.





LA TERRE CUITE

Les briques de terre cuite sont obtenues par cuisson d'adobes argileuses. Leur principal avantage par rapport à l'adobe (brique crue) est leur grande résistance à l'humidité.

Elles sont très répandues en Afrique centrale, Afrique de l'Est et Afrique australe. Mais la déforestation massive qu'engendre leur cuisson pousse au transfert vers d'autres matériaux comme le BTC ou le bloc de sable-ciment. Certaines briqueteries artisanales démontrent un savoir remarquable dans la maîtrise de la cuisson, comparable à celui des potiers, mais ce n'est pas toujours le cas.

Ce matériau est aujourd'hui critiqué du fait de la raréfaction du bois et de la pollution atmosphérique due à la cuisson. Un moyen efficace pour réduire cet impact environnemental négatif est d'utiliser ces briques cuites pour les parties de bâtiment exposées comme les fondations, soubassements, angles, chaînages, etc., et de combler le reste de la maçonnerie avec des briques non cuites du même format. Une telle approche se retrouve déjà dans certaines cultures constructives (Madagascar).

FOCUS

CONSTRUIRE AVEC LES MATÉRIAUX LOCAUX

Construire avec les matériaux locaux c'est :

- Avoir une bonne connaissance des ressources géologiques, pédologiques et de la biomasse du territoire sur lequel on bâtit.
- Utiliser ces ressources pour la construction d'établissements humains de manière durable avec économie et intelligence.
- Maîtriser le processus par lequel transformer cette matière première en un élément ou un composant et l'associer à d'autres pour en faire un bâtiment durable pour satisfaire des besoins.
- Bénéficier et utiliser à bon escient des savoirs empiriques développés par les bâtisseurs qui nous ont précédés et le plus souvent transmis ces connaissances par apprentissage et sur chantier.
- Respecter des principes et des dispositions constructives qui vont faire de matériaux souvent réputés « fragiles » ou « peu durables » des constituants d'édifices qui vont défier le temps.
- Savoir comment entretenir, réparer et modifier ce bâtiment pour l'adapter à de nouveaux usages et besoins y compris en zone urbaine.
- Être capable de penser « cycle de vie » et « circuit court » à travers les matériaux locaux disponibles afin de réduire l'impact sur le changement climatique.

Les principes directeurs pour construire avec les matériaux locaux ne sont pas plus complexes ou plus simples que pour les autres matériaux, il faut avant tout les utiliser à bon escient et respecter un certain nombre de règles qui parfois ne sont pas spécifiques. On pourrait résumer cela à :

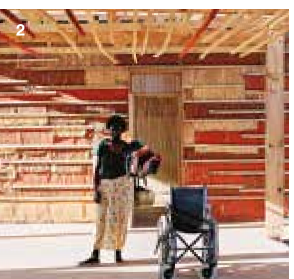
- Vérifier la bonne implantation du bâtiment pour tirer le meilleur parti de son exposition solaire, réduire celles qui pourraient être défavorables (pluies et vents) et prendre en compte les aléas naturels auxquels il pourrait être soumis (séismes, glissements de terrain, inondations, terrains instables, etc.)
- Assurer la bonne tenue et la stabilité du bâtiment par un système constructif, des fondations, un soubassement et un chaînage périphérique correctement dimensionnés, adaptés aux caractéristiques de la structure, à la nature géotechnique du sous-sol, à la topographie du terrain et, quand cela est nécessaire, intégrant des dispositions constructives parasinistres complémentaires (parasismique, paracyclonique, paravalanche, etc.)
- Protéger le bâtiment contre les pathologies humides dues à des remontées par capillarité, la stagnation d'eau ou des infiltrations par une mise hors d'eau des murs (terrassement, soubassement, barrière capillaire, enduit respirant, toiture avec débord, etc.) et gérer les eaux de pluie (gouttières, gargouilles, drains, etc.) pour qu'elles s'évacuent sans affecter l'ouvrage ou ses abords.
- Renforcer, par l'utilisation d'autres matériaux, de renforcements ou de dispositifs « sacrificiels » ou d'usures, les parties des bâtiments soumises à des contraintes spécifiques (angles des murs, encadrements, parapets, terrasses, etc.)
- Assurer un bon ancrage des planchers et du système charpente-toiture, notamment pour ce dernier lorsque la zone est exposée à des tempêtes ou vents violents et extrêmes.
- Prévoir des joints de dilatation dans le cas de construction en zone urbaine ou lorsque les dimensions sont importantes pour éviter les désordres dus à des tassements différentiels ou aux phénomènes d'expansion/contraction ou gonflement/retrait.
- Garantir une intégration optimale de la construction vis-à-vis de l'environnement naturel et du patrimoine bâti environnant et rechercher des solutions qui contribuent à l'adaptation au changement climatique.

CYCLE DE VIE
DE LA CARRIÈRE AU RECYCLAGE

ÉTAT DE LA MATIÈRE		PHASES DE LA MISE EN ŒUVRE	
Carrière	1	Prospection	Extraction matière première
Matière première	2	Extraction	
Matériaux	3	Transformation	Fabrication sur chantier ou Sortie d'usine
Éléments	4	Fabrication	
Composant	5	Intégration	Chantier Mise en œuvre
Structure	6	Construction	
Édifice	7	Finition	
Patrimoine	8	Occupation	Vie en œuvre Usage Bien-être Occupation Entretien
Patrimoine modifié	9	Adaptation	
Patrimoine réhabilité	10	Rénovation	
Ruine	11	Désertion	Fin de vie Recyclage Conservation
Nouvelle matière première	12	Démolition	

1





2



Les fibres végétales retrouvent une place de choix dans la production des nouvelles architectures contemporaines. es pistes d'emplois, réinterprétant le patrimoine traditionnel se multiplient.
1. Résidence d'artistes et Centre culturel THREAD, Sinthian, Sénégal architecte : Toshiko Mori Architect
2. "Living Tebogo", maison pour enfants handicapés, Afrique du Sud par BASEhabitat

3

FACE AUX GRANDS ENJEUX : LE POTENTIEL DES MATÉRIAUX LOCAUX DE CONSTRUCTION

LOGEMENT ABORDABLE
Les matériaux locaux constituent une magnifique opportunité pour répondre aux besoins grandissants en habitat adapté, digne et durable du continent à travers des stratégies d'appuis aux initiatives et dynamiques locales permettant de mieux valoriser ressources, savoirs et emplois ainsi qu'économie et adaptation au changement climatique.

IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES
Les stratégies basées sur l'emploi de matériaux locaux de construction ont le potentiel de renforcer les économies nationales et territoriales tout en réduisant leur dépendance face aux variabilités globales, de revitaliser le tissu socio-économique des territoires et de créer des emplois durables et vecteurs d'enrichissement culturel et social.

IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES
L'emploi de matériaux locaux de construction approvisionnés et produits de manière durable a le potentiel de réduire la pression sur les ressources globales et les écosystèmes, de préserver l'environnement et les ressources locales par leur valorisation et leur bonne gestion. Il a le potentiel d'atténuer les effets des changements climatiques en réduisant l'emploi de matériaux importés et à forte teneur en carbone et en permettant l'adoption de systèmes constructifs réduisant les besoins énergétiques.

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE
L'habitat constitue un élément essentiel du bien-être et de la santé de tout un chacun. Construire avec des matériaux sains ne produisant ou ne dégageant pas de polluant est essentiel. Cet objectif peut être atteint grâce à l'utilisation des matériaux qui doivent être mis en œuvre dans des architectures qui contribuent au bien-être des populations en retrouvant des espaces adaptés aux besoins, pratiques et usages locaux.

ENVIRONNEMENT BÂTI RÉSILIENT
Régulièrement perçues comme fragiles et peu durables, les architectures et cultures constructives locales sont souvent le résultat d'une adaptation à l'environnement dans lesquels elles sont bâties, constituant des modèles de résilience desquels nos sociétés contemporaines commencent à s'inspirer de plus en plus. Les matériaux locaux envisagés comme simple produit de consommation sont périssables, en revanche comme le résultat d'un processus ils peuvent répondre aux enjeux globaux.

IDENTITÉ CULTURELLE ET MODERNITÉ
La promotion des matériaux locaux de construction et des cultures constructives qui leur sont associées a le potentiel de préserver les patrimoines architecturaux et paysagers, de valoriser la diversité des savoirs et savoir-faire locaux et de favoriser l'émergence de nouvelles architectures durables et contemporaines puisant dans le génie vernaculaire.



RÉPONDRE AUX ENJEUX DU LOGEMENT CONTEMPORAIN

Depuis les années 60, les politiques nationales du logement en Afrique ont alterné entre différentes approches qualifiées « d'étatique », « d'économique », « d'habilitantes »[1], « de délégation au secteur privé », etc., y compris dans le cadre de la stratégie mondiale du logement promue par les Nations Unies en 1988 qui visait « un logement pour tous en l'an 2000 ». Malgré les progrès, les résultats ont malheureusement été loin d'atteindre un niveau satisfaisant. Le déficit en logements décents s'est accru dans la plupart des pays et, de plus, la problématique est passée au second plan par rapport à d'autres priorités.

Après presque deux décennies de quasi « sommeil », la plupart des pays africains sont confrontés à une crise du logement majeure, aussi bien quantitative que qualitative. Le déficit s'élève à plus de 50 millions d'unités (Bah et al., 2018), et il continue de s'aggraver. En réponse à la forte croissance démographique du continent et de sa transition urbaine soutenue, c'est environ 160 millions d'unités supplémentaires qui devront être construites d'ici 2050 (environ 20 000 logements par jour), et cela si les logements existants sont réhabilités ou adaptés aux nouveaux besoins. Au-delà des chiffres, il est aussi question de concevoir des architectures répondant aux différents modes d'habiter et qui prennent mieux en compte les conséquences du changement climatique.

1 « Enabling strategies », promues par la « Stratégie mondiale du logement à l'horizon 2000 » et par le « Programme pour l'habitat ».

Aujourd'hui, une majorité de ménages et de communautés des zones rurales autant qu'urbaines s'en remet à la « débrouille », à l'autoconstruction, à l'entraide et à des approches incrémentales, réalisées avec l'aide d'artisans, d'entrepreneurs ou de petites entreprises. Ce tiers secteur, largement informel et donc souvent décrié, est le premier pourvoyeur de logements du continent. S'exprimant de façons diversifiées en fonction des spécificités des contextes, il s'avère souvent très efficace pour construire moins cher, illustrant les capacités locales d'innovations. Les techniques et matériaux de construction utilisés pour cet habitat « informel » sont très variés : matériaux « locaux », « thermo-industriels », « de réemploi » ou « de recyclage ». Très souvent, les systèmes constructifs sont hétérogènes ou hybrides. En 2002, à Ouagadougou 50 % des logements étaient en adobe et 40 % utilisaient une combinaison d'adobe et de blocs de ciment (World Bank, 2002).

Compte tenu des enjeux et priorités, d'ambitieux programmes de logements sociaux doivent être lancés à travers tout le continent nécessitant des investissements et moyens importants et coûteux. Les approches conventionnelles classiques ayant montré leurs limites à répondre à la demande des plus modestes (le groupe numériquement le plus impor-

Page ci-contre : Habitat compact en quartier informel, Maputo, Mozambique. Architecte : Casas Melhoradas

tant), il convient de ne pas tout miser sur ces logiques exclusivement quantitatives adossées au tout « thermo-industriel ». Ces choix ont pour conséquence de renchérir les coûts, de réduire les impacts économiques locaux, d'appauvrir les modèles architecturaux, de produire des lieux de vie inadaptés et inconfortables, d'engendrer plus de pollution et entraîner la dévalorisation des cultures constructives locales. Or, par exemple, le BTC, un des matériaux locaux les plus connus bien que n'étant pas parmi les solutions les plus économiques, a permis un abaissement des coûts de l'ordre de 25 % dans nombre de pays africains (Bah et al., 2018). Il n'en reste pas moins nécessaire de vérifier ce potentiel dans chaque contexte et pour chaque projet.

Il est d'ailleurs recommandé d'aborder la question économique du logement de manière intégrée (foncier, architecture, mode de production et de construction, crédit, accessibilité, etc.), d'identifier la contribution spécifique des matériaux locaux en relation avec les modes de production et de construction choisis et la part qu'ils ont dans le coût final. Le choix de certains modes de production peut renchérir le coût final des logements et être inabordable. Par exemple, avoir une production de matériaux locaux n'aura pas les mêmes coûts et à la même répartition des dépenses selon son organisation qui peut être très industrialisée et centralisée, ou au contraire « décentralisée » dans des ateliers avec des équipements de production simples. Il est donc impératif de penser aux modes d'organisation sociotechniques associés aux matériaux locaux si l'on veut en exploiter tous les potentiels. Attention donc aux solutions « copier-coller », mais plutôt de bien identifier et se baser sur des dynamiques existantes pour lesquelles on pourra proposer des améliorations et des adaptations (technique, sociale, économique, foncière, etc.) là où cela est utile voire nécessaire.

Le défi est de concevoir le changement d'échelle pour répondre aux enjeux actuels du logement en Afrique tout en préservant le potentiel des matériaux locaux et des approches contextualisées ce qui a pu être démontré par certains projets qui doivent être identifiés et servir de références non seulement du point de vue technique, mais aussi méthodologique.

VILLE ET MATÉRIAUX LOCAUX

L'utilisation des matériaux locaux en milieu urbain est souvent perçue comme impossible, voire peu pertinente. Les questions qui reviennent sont : comment faire « local » en contexte urbain ? Est-ce possible ? Y a-t-il un intérêt à cela ?

Dès le début de l'urbanisation, on a construit en s'approvisionnant en matériaux dans un bassin de proximité du point de vue logistique et économique. Les grandes civilisations et sociétés préindustrielles ont bâti leurs cités grâce aux matériaux locaux.

Les centres de production se sont ensuite concentrés, souvent dans la périphérie des villes ou bien sur les lieux d'extraction de la ressource. Avec l'ère industrielle, les distances d'approvisionnement se sont allongées, rendues possibles par un carburant peu cher et des moyens de transport plus efficace. Les économies d'échelle réalisées ont permis de réduire les coûts et pousser cette logique jusqu'à outrance. Longtemps ignorés, les effets de cette logique ont été catastrophiques pour la planète.

Aujourd'hui on redécouvre les vertus du local. Le passé nous montre combien construire la ville et en ville avec les matériaux locaux est possible, et qu'il était déjà question de densification et de durabilité. Les innovations actuelles doivent nous permettre de repenser la place des matériaux locaux et les bénéfices que cela procurera (matériaux sains, filières, employabilité, qualité, réduction de l'empreinte carbone du bâti, etc.) à la ville et ses habitants.

L'enjeu est donc de penser circuits courts et de rapprocher la production des matériaux des lieux de construction, notamment des villes. Celles-ci sont encore des réservoirs de matières premières et/ou de lieu de production qu'il faut évaluer. Si les matériaux biosourcés ne sont pas forcément disponibles de prime abord en ville, rien n'empêche d'imaginer pouvoir en produire sur le territoire urbain. En ce qui concerne les matériaux géosourcés, les sous-sols (ou périphéries) peuvent constituer des réserves comme c'est actuellement le cas dans le projet du Grand Paris Express où les terres de déblais sont valorisées. Il faut penser les futurs projets urbains avec cette dimension et envisager toute stratégie de développement territorial avec la question des matériaux de construction et des filières locales. Il est non seulement possible et souhaitable de compter sur les matériaux locaux pour la ville, mais c'est très pertinent. Il faut donc l'anticiper, le planifier et le gérer dans le cadre notamment des ODD 11 et 12 et de leur réalisation.

VALORISER LE POTENTIEL SOCIO-ÉCONOMIQUE DES TERRITOIRES

Le secteur de la construction de nombreux pays africains dépend en grande partie de l'import de matériaux de construction conventionnels (ou de l'énergie pour les produire) et s'appuie sur un nombre limité d'acteurs d'envergure parfois internationale. Ceci provoque un double coût : économique et écologique, auquel s'ajoute la grande vulnérabilité des filières d'approvisionnement globales aux variabilités externes d'importation et aux risques climatiques et sanitaires grandissants. En outre, l'épuisement des ressources, en énergie notamment, est amené à impacter toujours plus les coûts de construction, et cela en lien avec la croissance exponentielle des besoins en construction.

En réponse à ces défis, les stratégies de relocalisation de la production des matériaux de construction à proximité des projets, associées à l'usage de matières premières locales, renouvelables ou quasi inépuisables et peu énergivores, sont appelées à se développer. En réduisant la dépendance en énergie et en ressources exogènes, ils ont le potentiel d'ancrer durablement le capital et l'investissement sur le territoire, de réduire les vulnérabilités face aux chocs et de s'affranchir des variabilités économiques globales, tout en permettant une réduction des coûts de construction.

Au-delà de ces aspects macro-économiques, de tels processus de relocalisation ont le potentiel de contribuer de manière significative et durable à la revitalisation socio-économique des territoires, car ils permettent de valoriser au mieux les ressources non seulement matérielles, mais aussi humaines du territoire. Il est possible de s'appuyer sur les savoirs et savoir-faire existants, et valoriser une expérience, parfois millénaire, tout en appuyant le développement de compétences nouvelles et complémentaires afin de répondre pleinement aux exigences actuelles. En outre, en s'appuyant sur des savoir-faire partagés et maîtrisés, on favorise alors la participation familiale et communautaire (entraide, échange, autoconstruction) et donc la cohésion sociale tout en réduisant les coûts de construction et d'entretien.

Enfin, les filières courtes et locales favorisent l'appui et le développement d'un tissu entrepreneurial local, diversifié et flexible ancré sur le territoire. Cela favorise les échanges locaux et la coopération entre acteurs économiques à l'échelle territoriale et génère, in fine, de la valeur ajoutée économique et sociale sur le territoire.

Le choix des matériaux locaux, et de modes de production reposant sur un réseau entrepreneurial local, n'est pas antinomique avec des objectifs quantitatifs ambitieux. Dès lors que l'ensemble de la filière bâtiment est pris en compte, son efficacité est redoutable. Certains exemples, comme à Mayotte, ont déjà fait la preuve de l'applicabilité d'une démarche matériaux locaux à travers le support à une multitude d'acteurs locaux.

Des dynamiques liées à des filières locales sont omniprésentes en Afrique, que ce soit en milieu urbain ou rural. Elles sont généralement le fait d'une économie informelle et s'appuient sur l'autoconstruction et sur l'appel à des travailleurs indépendants ou des micro- et petites entreprises. Ces « petites unités économiques » constituent en réalité la majeure partie de l'emploi en Afrique[1]. Cependant ces dynamiques sont encore peu documentées et valorisées et ne bénéficient pas d'un appui intégré.

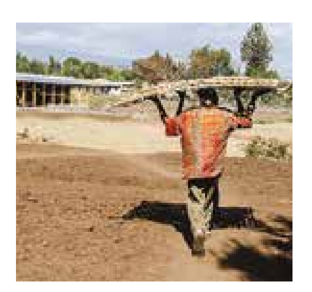
[1] Concernant le secteur de l'industrie (dont la construction), en Afrique, plus de 60 % de l'emploi du secteur industriel relève du secteur informel et les petites unités économiques (indépendants, micro et petites entreprises) représentent plus de 80 % de l'emploi total. ILO, 2019.



Bibliothèque Katiou, Komsilga, Burkina Faso. Architecte : Albert Faus







STIMULER L'EMPLOI DÉCENT ET RENFORCER LES CAPACITÉS LOCALES

Lorsque la production des matériaux est structurée à l'échelle artisanale ou semi-industrielle, l'usage de matériaux locaux offre un potentiel important de création d'emplois, qualifiés et non qualifiés, non délocalisable sur toute la chaîne production - construction - entretien. Le BIT indique que pour le même niveau d'investissement, l'utilisation de technologies fondées sur la main-d'œuvre pouvait créer entre 2 et 4 fois plus d'emploi (surtout non qualifiés) (BIT 2004).

En outre, d'après le BIT (ILO 2019), le travail décent fait particulièrement défaut dans le secteur informel et au sein des plus petites entreprises, et le secteur de la construction en Afrique y est particulièrement sujet. Hormis les aspects liés aux conditions de travail, c'est l'image même du travail de l'artisan qui s'est progressivement dégradée, en lien avec la perte de valeur des savoir-faire traditionnels, la « monétisation » des activités de construction et les moyens économiques limités, mais aussi avec l'arrivée massive de la maçonnerie en bloc de ciment, proposant un « modèle unique » et dont l'exécution est bien souvent caractérisée par un certain niveau de médiocrité, du moins dans le secteur informel.

Aussi les stratégies de promotion des techniques traditionnelles et de valorisation de leur génie, de même que celles favorisant l'émergence d'une production architecturale innovante intégrant des matériaux locaux s'accompagnent d'un enseignement technique et professionnel auprès des différents acteurs de la filière, artisans, ingénieurs, architectes, entre autres. Ces stratégies sont un levier de valorisation des savoir-faire de l'artisan lui apportant valeur ajoutée économique, mais aussi de la dignité dans son travail. La formation des ingénieurs et architectes autour de ces savoirs et des potentiels d'innovation techniques et architecturaux qu'ils peuvent inspirer est un facteur essentiel d'enrichissement culturel et social d'un territoire.

LE CHOIX DES MATÉRIAUX` : LEVIER ESSENTIEL FACE AUX ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Les prévisions démographiques ne laissent aucun doute : les enjeux environnementaux du secteur du bâtiment des décennies à venir se jouent en Afrique.

Au niveau mondial le secteur du bâtiment est le plus grand **contributeur au changement climatique** (39 % des émissions de GES), cependant, la part des émissions du continent africain est encore faible. Ceci s'explique par une certaine « frugalité » énergétique dans la phase d'usage des bâtiments (chauffage/refroidissement, eau chaude, éclairage). En Afrique, les émissions du secteur sont principalement liées à l'importation et à la production des matériaux à forte intensité de carbone (ciment, acier, briques cuites). Cependant, les émissions de GES sont amenées à croître de manière exponentielle face à des besoins attendus en construction qui défient l'imagination, mais aussi face à une demande accrue en refroidissement des bâtiments.

Les enjeux liés à l'**exploitation des ressources** semblent plus préoccupants encore. D'un côté, les ressources non renouvelables ou non renouvelées s'épuisent, à l'exemple du bois ou du sable, denrée toujours plus rare extraite à un rythme insoutenable, conduisant à une montée en puissance des « mafias du sable ». D'un autre côté, l'extraction massive et souvent mal gérée de ces ressources a des effets désastreux sur les écosystèmes : perte de biodiversité, érosion et dégradation des côtes et des terres, abaissement des nappes phréatiques, salinisation des sols, etc.. Les répercussions économiques et sociales sont considérables, entre autres sur la productivité agricole, la pêche ou encore le tourisme. Cela vient aussi amplifier les vulnérabilités des territoires africains face au changement climatique et aux risques naturels, en particulier en zones côtières, où se trouve une grande partie des établissements humains.

Enfin, les **déchets de matériaux de construction** qui ne peuvent pas être recyclés ou réutilisés constituent une autre charge pour l'environnement, aujourd'hui peu perceptible en Afrique, mais qui est amenée à s'amplifier.

Face à ces enjeux immenses et dans cette équation d'apparence insoluble, **le choix des matériaux de construction et des systèmes techniques est un levier déterminant**. Dès lors, il est urgent de rationaliser l'usage des ressources, et de réserver le ciment, le sable et la brique cuite, matériaux précieux, à leur stricte nécessité. Et de les associer, selon la pertinence, à des matériaux de construction approvisionnés de manière durable et responsable et issus de matières brutes ou peu transformées. Dans ce sens, la terre crue, la pierre, les fibres végétales et le bois géré durablement présentent divers avantages environnementaux :

CHIFFRES CLÉS

24 % des matières premières extraites de la terre au niveau mondial sont utilisées dans les activités de construction pour le bâtiment. (source : GlobalABC)

L'industrie des matériaux de construction pour le bâtiment est responsable de **11 %** des émissions mondiales de GES. (source : IEA)

La production mondiale de ciment, deuxième émetteur industriel de GES avec **8 %** des émissions (3 % pour le secteur du bâtiment), a augmenté de 80 % en 10 ans et pourrait être multipliée par 3 d'ici 2050. (source : IEA)



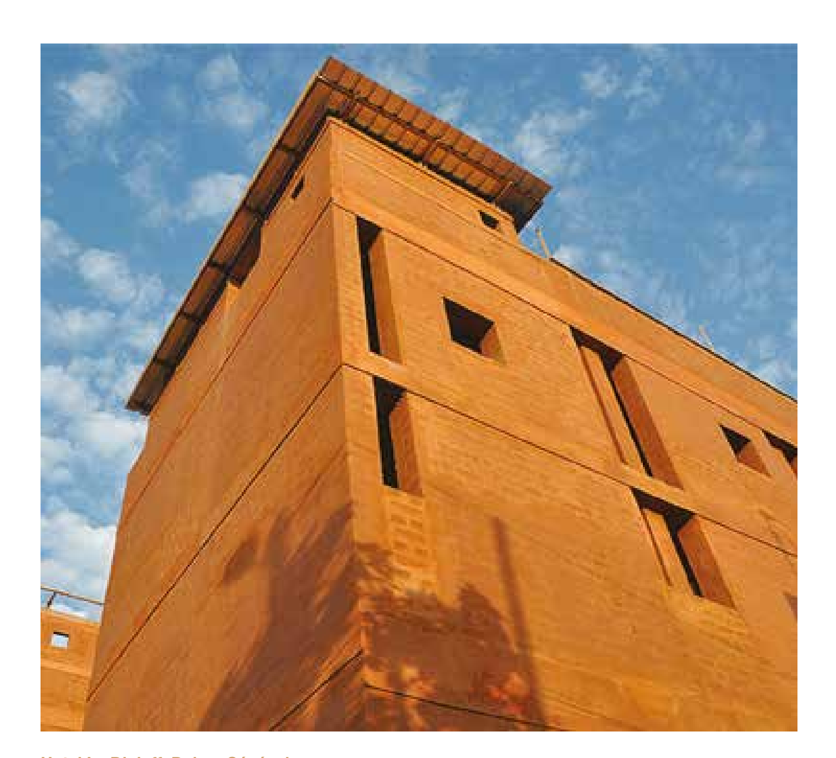


Cycles de vie des matériaux : à gauche, les matériaux industriels, consommateurs d'énergie et producteurs de déchets et, à droite, les matériaux locaux, non industrialisés et réversibles.

- Ils sont **renouvelables** ou **largement disponibles** à l'échelle du territoire et peuvent être **issus du recyclage** (e.g. terres de remblais).
- Il est courant de trouver des matériaux de construction appropriés **à faible distance des sites**, ou alors d'en (re) lancer la production, afin de **minimiser le transport**.
- Ils **ne nécessitent pas ou très peu d'énergie** pour être transformés ou recyclés, les matériaux biosourcés ayant l'avantage de pouvoir **stocker du carbone**.
- Les caractéristiques variées de ces matériaux (massif, léger, permettant la circulation de l'air ou la régulation de l'humidité, isolant, etc.) autorisent aisément un **emploi adapté aux différentes conditions climatiques**, selon des stratégies de conception dites « passives » (**architecture bioclimatique**).
- Si traités sans processus chimiques ou de stabilisation, ils sont **biodégradables**, **facilement recyclables ou autorisent le réemploi** et peuvent participer d'une **économie circulaire**.

Ces avantages ne vont pas sans la mise en place de **conditions d'approvisionnement durables et raisonnées à l'échelle d'un territoire** (renouvellement, quantités extraites appropriées) afin d'assurer un impact minimal sur l'environnement, et vertueux dans certains cas. C'est par la diversité des matériaux et techniques à pouvoir répondre aux besoins, et par une approche territoriale qu'il est possible de réduire la pression sur les écosystèmes.

De nombreuses pratiques et initiatives liées à l'usage de matériaux approvisionnés durablement existent en Afrique, de même que des économies circulaires basées sur le réemploi et le recyclage, qu'elles soient liées à des pratiques traditionnelles et informelles ou qu'elles fassent partie de stratégies privées et publiques. Cela y compris en milieu urbain et périurbain où l'utilisation de la terre est courante. Il est essentiel d'encourager et valoriser ces pratiques sur le long terme. En outre, cela peut contribuer à une meilleure conservation du bâti traditionnel existant, qui constitue un autre levier essentiel pour réduire la charge sur l'environnement tout en étant source d'économies substantielles.



Hotel Le Djoloff, Dakar, Sénégal
Architecte : David Guyot. Entreprise : #ELEMENTERRE

CONTRIBUER À UN CADRE ET UN ENVIRONNEMENT BÂTI DURABLE ET RÉSILIENT

Il n'est pas rare de voir reprocher aux matériaux locaux d'être fragiles, d'avoir une faible durée de vie ou encore de ne pas être l'objet de normes spécifiques. Ceci questionne leur capacité à répondre aux objectifs essentiels de toute construction (stabilité structurelle, durabilité, etc.) et encore plus d'être utilisés dans des contextes sujets à des risques naturels (séismes, cyclones, inondations, etc.).

Pourtant, le patrimoine culturel et les cultures constructives locales nous donnent de bonnes indications sur ce qu'il est possible de construire, avec des durées de vie dépassant souvent la centaine d'années, et ce à partir de matériaux dont les caractéristiques mécaniques, si mesurées en laboratoire, seront considérées comme faibles. Qu'est-ce qui explique cela ?

Du point de vue de la norme, il est demandé à chaque matériau pris individuellement d'atteindre des niveaux de performances « minimales » augmentées de coefficients de sécurité pour prendre en compte divers aléas (humain, technique, contextuel, etc.). L'approche est orientée « produit » et chaque produit doit être « irréprochable » et *de facto* « surdimensionné ».

Du point de vue des cultures constructives, le bâtiment fonctionne comme un système dans lequel chaque élément a un rôle. La performance est celle du système dans son ensemble et non celle de tel ou tel matériau même si celle-ci compte. Dans beaucoup de constructions en terre pluricentenaires, les échantillons de murs ont montré des résistances à la compression entre 1 et 2 MPa alors que la norme pour des maçonneries porteuses est plus souvent demandeuse de résistances supérieures à 2,5 MPa. Malgré cela ces bâtiments résistent au temps et sont encore en usage. Cela est possible grâce à leur architecture, fruit de l'expertise des bâtisseurs. Les capacités des matériaux sont connues et ils sont utilisés dans les règles de l'art avec, dans certains cas, un lien avec une pratique d'entretien devant être mise en œuvre à intervalles plus ou moins réguliers. Cette démarche performancielle permet d'obtenir une excellente durabilité et résistance avec une économie de matériau.

En ce qui concerne plus particulièrement les propriétés « para-sinistres » de certains matériaux, là encore il convient de ne pas trop les regarder de façon isolée. En effet, dans la plupart des systèmes constructifs adaptés aux aléas (séismes, cyclones, inondations, etc.) ce ne sont pas les matériaux eux-mêmes qui apportent de telles propriétés, mais bel et bien les dimensionnements et dispositions constructives spécifiques adoptées. La prise en compte des risques naturels impose tout d'abord de bien choisir l'implantation des bâtiments (et des établissements humains dans leur ensemble) afin d'éviter les conséquences désastreuses dues aux effets de sites ou topographique pour les séismes, inondations ou encore vents extrêmes. À l'échelle du bâtiment, la connaissance des risques va imposer certains dispositifs constructifs comme par exemple des soubassements en matériaux plus résistants (inondations) ou des systèmes d'ancrage des charpentes de toiture (vents).

Dans la plupart des zones à risque sur le globe, les traditions constructives regorgent d'exemples de bonnes pratiques et de prise en compte des risques naturels auxquels les populations sont exposées. Ces solutions sont de plus en plus documentées. Elles peuvent faire l'objet de pratiques de rétro-ingénierie qui, en les revisitant, permettent de proposer des solutions à même d'améliorer leurs capacités de résilience. Cette nouvelle pratique dans le domaine des matériaux locaux est l'une des contributions majeures de ces dernières années, avec de forts potentiels de contribution à la nécessaire adaptation au changement climatique.





CRÉER UN ENVIRONNEMENT BÂTI CONTRIBUANT AU BIEN-ÊTRE DES OCCUPANTS

Les architectures traditionnelles en matériaux locaux sont d’une très grande variété répondant aux contraintes physiques locales pour permettre aux hommes de vivre au mieux et développer leurs activités. L’architecture est indissociable de la notion de bien-être tant physique que psychologique, aussi ces architectures proposent souvent un éventail de solutions pour garantir les meilleures conditions hygrothermiques et de confort possible, ainsi qu’une adéquation entre spatialité, culture et sentiment de sécurité.

Les caractéristiques variées de ces matériaux (massif, léger, porosité, régulation de l’humidité et de la température, etc.), combinées ou non, peuvent répondre aux exigences d’adaptation du bâti aux différentes conditions climatiques du continent, selon des stratégies de conception dites « passives » (architecture bioclimatique) permettant de garantir un niveau de confort optimal pour les occupants. Cela constitue une réelle plus-value face au changement climatique qui réclame une adaptation de l’habitat.

La qualité des espaces crées, leur conformité aux besoins et usages (intimité, circulation entre divers espaces, taille et volumétrie, couleur et texture, etc.) permet un mieux vivre tant au niveau individuel, familial que collectif.
Enfin, un matériau comme la terre a démontré ses qualités à être une bonne protection lors de conflits empêchant, à l’inverse des parpaings de ciment, les balles et petits projectiles de traverser les murs.

Tout au long de leur cycle de vie, les matériaux locaux ont des qualités permettant de réduire un impact sur la santé de ses usagers et producteurs.

IDENTITÉ CULTURELLE ET MODERNITÉ`: INSCRIRE LA CONSTRUCTION DURABLE DANS LA CONTINUITÉ DES ARCHITECTURES VERNACULAIRES

À l'instar d'autres régions du monde, un peu partout en Afrique, les populations ont aménagé leur habitat en s'adaptant aux spécificités de leur territoire et selon une utilisation judicieuse des ressources disponibles localement. Les formes de manifestation des matériaux locaux changent selon les savoir-faire, les usages, les finalités et les contraintes. Un seul matériau peut en effet offrir une variété d'usages donnant lieu à des formes d'habitat adaptées à leurs milieux.

Dans de nombreux pays, ces patrimoines architecturaux en terre, pierre, bois, fibres végétales, etc. sont sources de fierté et des symboles culturels forts, dont beaucoup ont déjà été classés au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Ville ancienne de Djenné, Mali



Cependant, les techniques traditionnelles et matériaux géo et biosourcés ont été globalement oubliés par la construction moderne et ignorés par la recherche et par la formation, amplifiant une image dévalorisante. Des standards techniques et architecturaux tendent à s'imposer contribuant à l'abandon de nombreuses intelligences constructives mettant résolument en péril la diversité culturelle, composante fondamentale du développement durable.

Promouvoir la diversité culturelle

Dans un environnement que la mondialisation uniformise, les patrimoines architecturaux sont un élément fort d'identification culturelle. Redécouvrir et valoriser ces « cultures constructives » si diversifiées permet de préserver l'identité des peuples qui les ont développées et de reconnaître leurs valeurs sociales. Reconnaître ces valeurs, c'est mieux respecter et reconnaître la diversité culturelle comme composante incontournable du développement durable. C'est contribuer à sa préservation pour sa transmission aux générations futures tout en facilitant leur nécessaire adaptabilité.

En effet, encourager les modes de construction vernaculaires ne doit pas être vu comme une approche passéiste. Bien au contraire, le patrimoine s'inscrit dans un processus vivant et évolutif avec des pratiques qui ont évolué au gré des dynamiques sociales et des développements techniques. Il est possible d'accompagner les mutations ou de proposer des adaptations, à la fois concernant des points spécifiques de l'habitat qui posent problème, comme par exemple la difficulté d'approvisionnement en bois de qualité, mais aussi afin de répondre aux attentes actuelles et apporter une image de modernité. D'autant que cela peut se faire à des coûts pouvant rester extrêmement raisonnables.

1. Centre d'accueil des visiteurs Wadi El Gemal, Egypte ; Architecte : Ramses Nosshi / Egyptian Earth Construction Association
2. Villa individuelle à La Somone, Sénégal ; Architecte : Atelier F
3. Hotel Onomo, Bamako, Mali Architecte : Arnaud Goujon


1


2


3

Identifier, valoriser et actualiser : l'enjeu de la construction durable n'est donc pas seulement technique, mais aussi de répondre à une double problématique, celle de **préserver les qualités et valeurs des architectures traditionnelles, tout en apportant une image de modernité**. Une telle approche est alors à même d'engendrer un regain de confiance et de fierté des populations permettant de déclencher un développement endogène.

Puiser dans le génie vernaculaire pour une architecture contextuelle et innovante

Réalisées dans des conditions parfois difficiles, expérimentées et perfectionnées au fil des siècles, les architectures vernaculaires sont extrêmement sophistiquées sous leur apparente simplicité et sont des sources d'information et d'inspiration précieuses pour comprendre comment les territoires et les ressources qu'ils comportent ont été valorisés. C'est à travers une analyse approfondie des savoirs et pratiques d'un territoire qu'il est possible d'innover et de favoriser l'émergence d'architectures qui puissent être vernaculaires, au sens d'issues du lieu, et contemporaines à la fois.

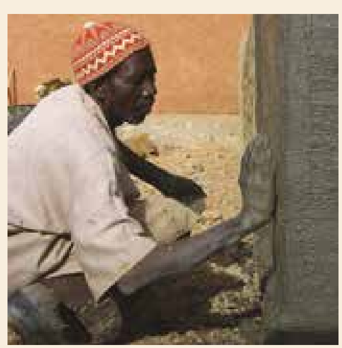
La recherche sur ces savoirs peut s'appliquer à toutes les échelles : celle des matériaux, techniques et des processus de construction, mais aussi celles des compositions architecturales, de l'implantation et de l'aménagement des espaces habités — urbains ou ruraux — et enfin des systèmes de gestion des terroirs. Pour cela les méthodes de rétro-ingénierie pouvant être appliquées en pluridisciplinarité (architectes, ingénieurs, sociologues, etc.) s'avèrent être bien adaptées, aussi pour régler les questions d'ordre normatif et réglementaire. Il est ensuite essentiel que ces enseignements puissent être pris en compte dans l'enseignement de la construction et, au-delà, de l'aménagement du territoire.



4

PROJETS ET PRATIQUES REMARQUABLES EN AFRIQUE





Ci-contre, à gauche :
Centre Diapalante, Saint Louis, Sénégal. Architectes : Suzanne Hirchi et Laurent Biot. Entreprise : #ELEMENTERRE
Ci-contre, à droite :
Centre d'accueil pour enfants Xewa Sowé, Bénin; Architecte : Collectif l'Harmattan Architecture

Cette partie « études de cas » a pour ambition d'exposer au lecteur un certain nombre de projets récents illustrant la diversité des matériaux locaux dans la construction, leur emploi et usage dans des contextes, environnements et situations très variés en Afrique. L'objectif recherché n'est ni l'exhaustivité ni une forme de « représentativité », mais de montrer les possibles, et ce dans une forme synthétique. Le choix de tel ou tel projet n'a pas valeur de « reconnaissance » particulière de la part des auteurs, mais une volonté de mettre en avant et valoriser ceux dont la démarche est innovante et contribue aux objectifs de développement durable. Bien d'autres auraient pu être choisis, mais il fallait faire une sélection et éviter la mise en avant de projets déjà abondamment présents dans les médias ou sur internet. Il ne s'agissait pas non plus d'être exclusif, mais bien d'illustrer à travers des exemples concrets souvent peu ou pas connus de la réalité, de la pertinence et de la vigueur de ces matériaux locaux.

La prédominance apparente du matériau terre au sein des matériaux locaux à travers ces exemples n'est pas surprenant du fait de son usage très ancien et très important sous différentes formes sur l'ensemble du continent. Celui-ci, comme par le passé, est quasiment systématiquement associé à d'autres matériaux, aussi bien locaux que thermo-industriels montrant sa grande souplesse et adaptabilité.





LYCÉE SCHORGE KOUDOUGOU, BURKINA FASO (2016)

ARCHITECTES : DIÉBÉDO FRANCIS KÉRÉ
MATÉRIAUX : PIERRE (BRIQUES LATÉRITIQUES TAILLÉES — BLT), BOIS LOCAL NON ÉQUARRI, BÉTON, ACIER

Le lycée est construit par des artisans locaux formés sur la technique de construction avec la BLT; technique utilisée localement. BLT et bois local non équarri sont localement disponibles. La conception fait référence aux concessions rondes de villages africains pour se protéger des vents et de la poussière offrant un fonctionnement en cour intérieure privative. La stratégie bioclimatique des projets de Francis Kéré s'appuie sur une sous-toiture ventilée, un faux plafond de voûtains aérés, l'inertie de murs massifs et une ventilation naturelle avec larges ouvertures, fentes dans les voûtains et des tours à vents.

FOCUS

ARCHITECTURES CONTEMPORAINES CONTEXTUELLES

Depuis le début des années 2000 — sur le continent africain — de nombreux architectes et concepteurs favorisent l'émergence d'une architecture profondément contextuelle, forte d'un engagement écologique et citoyen, souhaitant rompre avec une architecture qui se voulait mondialisée au point de perdre la singularité culturelle de la ville africaine. Ces architectes expriment leur créativité en mettant en avant la chaîne des valeurs écologiques, sociales et culturelles d'une architecture qui se nourrit des ressources locales : matières premières disponibles sous leurs pieds ou à portée de main.

Ces architectures privilégient un usage modernisé de matériaux naturels en révélant leurs potentiels esthétiques et





leurs qualités plastiques qui permettent cette libération unique de formes dont témoignent les architectures traditionnelles.

Aujourd'hui, les tenants de l'architecture contextuelle contemporaine s'approprient l'intelligence du vernaculaire et proposent de changer le regard porté sur les savoir-faire et matériaux locaux, de réapprendre à regarder la beauté de leurs multiples expressivités.

Dans la foulée des pionniers comme Hassan Fathy, André Ravereau ou encore Fabrizio Carola, de nouvelles lettres de noblesse sont données au matériau terre, à la pierre, au bois, et autres fibres naturelles, pour des productions architecturales inscrites dans la beauté et la modernité tout en étant culturellement intégrées dans leur contexte.



crédit photo : AFLK/Sofia Verzbolovskis

ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE ET RÉSIDENCE D'ENSEIGNANTS, FASS, SÉNÉGAL (2019)

ARCHITECTES : TOSHIKO MORI ARCHITECT
MATÉRIAUX : BTC, BAMBOU, CHAUME, BÉTON, CIMENT

L'architecture de l'école de forme ovale avec un toit à forte pente est empruntée aux habitations vernaculaires de la région, dites «à impluvium», qui permettent de récupérer l'eau de pluie. La charpente est en bambou et la couverture en chaume tandis que les murs sont en briques de terre. Le bâtiment, construits par les artisans locaux, utilisent une majorité de matériaux locaux : chaume et bambou pour le toit, briques de terre pour les murs. L'architecture, les matériaux et les détails tels que la perforation des murs permettent de conserver la fraîcheur intérieure.



crédit photo : AFLK/Sofia Verzbolovskis







HIKMA - COMPLEXE CULTUREL DANDAJI, NIGER (2018)

ARCHITECTES : ATELIER MASŌMĪ ET SUDIO CHAHAR
MATÉRIAUX : TERRE CRUE, ADOBE, BTC, BÉTON ARMÉ

Le complexe HIKMA de Dandaji inclut l'ancienne mosquée transformée en bibliothèque et centre communautaire pour les jeunes et les femmes et une mosquée nouvellement construite d'une capacité de 1000 personnes et s'inspirant des mosquées traditionnelles haoussa. Le projet utilise l'adobe, matériau et technique déjà existants, et introduit le BTC. La plupart des matériaux sont sourcés à moins de 5 km, tandis que le recours au béton est limité aux éléments structurels tels que les colonnes et les poutres. La construction a tiré parti des savoir-faire des maîtres-maçons traditionnels de la zone et des maçons maîtrisant les techniques conventionnelles.

« WHY NOT ACADEMY » ÉCOLE PRIMAIRE NAIROBI, KENYA (2015)

ARCHITECTE : GAETANO BERNI
CONSULTANT TECHNIQUE : DAVIDE PEDEMONTE
MATÉRIAUX : BOIS, BAMBOU, TERRE, CHAUX, FIBRES

L'école est située à Nairobi, dans le quartier périphérique de Mathare. Elle a été construite avec les habitants du quartier. Le bâtiment est en ossature bois et torchis, technique traditionnelle connue des habitants, qui a été améliorée pour accroître son confort et sa durabilité. Les panneaux utilisent un clayonnage en bambou et, pour le premier étage, un mortier de terre et de fibres végétales (sisal) est appliqué et recouvert d'un enduit stabilisé à la chaux. La structure et son garnissage rendent ainsi le projet facilement modulable ; flexibilité qui lui a valu de pouvoir avoir des extensions du fait du succès de cette école en plein cœur du quartier.







Accréditer les matériaux et savoir-faire locaux et redonner de la fierté aux habitants

Centre d'Accueil et de Formation (CAF) de Lubumbashi composé de plusieurs bâtiments en BTC et BTM. Le bâtiment central a été réalisé en BTM.

ÉTUDE DE CAS

VALORISATION DES CULTURES CONSTRUCTIVES EN ADOBE AU KATANGA, RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

Au Katanga, la construction en adobe est très présente dans les territoires ruraux, périurbains et des villes secondaires. Un diagnostic des cultures constructives locales a permis de constater que, malgré l'existence de savoir-faire très riches, certaines mauvaises pratiques ont émergé contribuant à dégrader l'image de ces habitats en terre crue. Par exemple, avec l'influence de la brique cuite, les dimensions des briques d'adobe ont été réduites, amenant à la réalisation de murs trop fins. Aussi, les larges toitures végétales à quatre pentes laissent parfois la place à des toitures en tôle à une pente qui ne protègent plus les murs en cas de fortes pluies.

Aujourd'hui, l'adobe, appelé *tchimba brique*, est devenu le matériau par défaut, synonyme de pauvreté et de fragilité, accentuant le peu d'attention accordée à son entretien. Cela provoque un déni et une perte des savoir-faire qui, pourtant, apportaient des solutions pertinentes et économiques pour un habitat de qualité. Désormais, les familles aspirent à construire leurs maisons en briques cuites. Mais celles-ci sont très chères alors qu'elles se révèlent finalement peu durables aux vues des pratiques actuelles, et leur production participe fortement à la déforestation.

Depuis 2012, dans le cadre de sa stratégie de lutte contre la déforestation, le Bureau Diocésain de Développement (BDD) de Lubumbashi a lancé divers projets-pilotes de promotion de l'architecture en terre crue, au travers de la construction d'infrastructures sociales. Dans le cadre de financements internationaux, le BDD a privilégié l'utilisation du Bloc de Terre Comprimée (BTC) stabilisé plutôt que l'adobe, trop mal connoté. Conscient que si le BTC est intéressant en tant que solution innovante, esthétique et durable, en remplacement de la brique cuite, il reste toutefois inaccessible au plus grand nombre et présente moins de potentiel de revalorisation du patrimoine local et de ses intelligences constructives. C'est ainsi que le BDD a accompagné plusieurs communautés rurales à construire leur école primaire en adobe.

À partir de 2014, le BDD a souhaité dépasser les préjugés en renforçant la promotion de l'adobe sous l'appellation « Blocs de Terre Moulée » (BTM). Il a lancé la construction du Centre d'Accueil et de Formation dont l'imposant bâtiment central a été réalisé en BTM. Il a ensuite apporté son expertise « BTM » à plusieurs projets d'infrastructures sociales et d'habitat, tel que celui du GRET, dont un tiers des 150 maisons ont utilisé



L'adobe est ici et dorénavant dénommée BTM pour donner une image plus contemporaine du matériau qui est produit selon un cahier des charges techniques précis. Ceci est le gage d'une réappropriation de la technique.

le BTM plutôt que la brique cuite, en respect du choix des bénéficiaires. Ces maisons vieillissent mieux et ont apporté de l'innovation aux techniques locales dont la communauté est désormais très fière.

Fort de ces expériences et de leurs enseignements sur les modes d'accompagnement et les aspects techniques, le BDD a intégré, depuis 2018, l'amélioration de l'habitat dans son programme d'appui au développement agroécologique des familles paysannes. Le principe est de s'appuyer sur les intelligences et processus locaux de production de l'habitat (systèmes d'aide mutuelle, autoconstruction) pour redonner de la fierté. L'amélioration qualitative est obtenue en fournissant un appui technique et social aux familles qui peuvent financer leur habitat : soutien aux systèmes traditionnels d'entraide, accompagnement à la conception, à la production de briques et à la construction. Chaque projet et chaque chantier réalisés sont l'occasion de former plusieurs maçons de la localité ce qui permet d'avoir un impact plus large au-delà des bénéficiaires directs.



Formation des maçons sur chantier : renforcement de la base du mur par une masse d'usure et traitements de surface des murs extérieurs, basés sur le savoir-faire détenu par les femmes.



Lutter contre la précarité de l'habitat en milieu urbain :
accompagner les habitants pour des choix raisonnés de leur habitat



ÉTUDE DE CAS

PRODUCTION SOCIALE DE L'HABITAT DANS LE QUARTIER NON-LOTI DE BOASSA À OUAGADOUGOU, BURKINA FASO

La croissance effrénée de Ouagadougou a engendré une crise du logement et le développement en sa périphérie de nombreux quartiers informels et auto-construits, dits « non-lotis ». L'ambition des autorités est de travailler à l'amélioration et à une meilleure intégration de ces quartiers. En effet, le déguerpissement puis le lotissement de ce type de quartier sont devenus de plus en plus complexes et sources de tension sociale. C'est ainsi que, désormais, la stratégie adoptée est le maintien des populations sur site en accompagnement des dynamiques existantes. Ceci nécessite toutefois que ces dynamiques soient mieux documentées et mieux valorisées.

Dans le quartier non loti de Boassa, 73 % de la population construit son habitat en maçonnerie de terre crue (adobe) et couverture légère de tôles. Il s'agit là d'une solution économique et accessible car elle permet l'autoconstruction. Mais, par ignorance ou par choix, du fait du risque de déguerpissement, cet habitat reste de qualité peu satisfaisante et résiste surtout difficilement aux inondations récurrentes et aux vents violents.



Depuis 2016, en réponse à cette situation, l'association burkinabé YAAM Solidarité accompagne les habitants et les acteurs de ce quartier pour l'amélioration de l'habitat et, plus largement, de leur cadre de vie. Cet accompagnement est réalisé en associant les habitants tout au long du processus, permettant d'établir des diagnostics partagés et de programmer les priorités d'actions pour l'habitat, mais aussi à l'échelle de la rue, de l'îlot et du quartier. Pour cela, des séances de concertation sont organisées afin d'aider à une prise de conscience collective des potentiels et des contraintes du territoire en termes de production de l'habitat et d'aménagement de l'espace urbain.

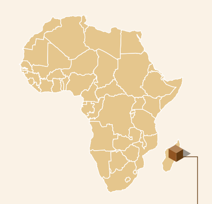
Concernant le volet habitat, un fonds de financement rotatif et un dispositif d'assistance technique ont été mis en place. Chaque habitant a accès à de l'information et peut être aidé pour comprendre les qualités et défauts de son habitat, lui permettant in fine de faire des choix raisonnés pour son projet de construction ou d'amélioration. Dans ce cadre, outre des ateliers de sensibilisation, des prototypes et bâtiments démonstrateurs ont été réalisés et ont été l'occasion de former des artisans du quartier. Enfin des fiches techniques répertoriant les bonnes pratiques constructives, existantes ou nouvelles, sont mises à la disposition des habitants du quartier.





Prototypes de logements évolutifs construits en 2018 suite à un processus participatif de co-conception avec les habitants du quartier.
Les modèles d'habitat proposés, au travers de leur conception, mais aussi de leur mode de production, ont un coût allant de 80 à 200 €/m² pouvant être accessibles pour 40 à 60 % des ménages, ceux-ci ne pouvant pas avoir accès au marché « formel » actuel (à partir de 250 €/m²).

Le projet mené à Boassa est considéré comme un succès. Cela est essentiellement dû à l'effort initial de compréhension des mécanismes en jeu et des filières de production de l'habitat. Plus spécifiquement la compréhension des filières de valorisation des matériaux locaux s'est avérée essentielle non seulement pour l'aspect économique, mais aussi pour adapter les solutions à la pression urbaine qui réduit les zones de prélèvement et de transformation. Ici, la valorisation de la brique de terre crue passe donc par la promotion de solutions constructives innovantes impliquant l'utilisation conjointe de matériaux industriels, la tôle et le ciment principalement, et capables d'intéresser les populations cibles, car restant très accessibles financièrement.



S'appuyer sur les ressources locales pour permettre aux populations de se (re) loger par elles-mêmes

ÉTUDE DE CAS

APPUI À L'INSTALLATION DES MIGRANTS PAYSANS, MADAGASCAR

De récentes statistiques ont montré que 91 % de la population malgache vit avec moins de 2 € par jour. Cette pauvreté est encore plus forte dans les régions agricoles à forte densité poussant de nombreux jeunes à migrer vers des zones, notamment urbaines, qui sont pourtant dépourvues d'opportunités. Conscients de ces difficultés, les gouvernements successifs ont développé des politiques d'accompagnement à l'installation de migrants sur des terres présentant un réel potentiel, avec la création de nouveaux villages.

L'association Zoma porte un de ces programmes depuis 1990. Concernant le volet habitat, chaque famille migrante est accompagnée dans la construction de sa propre maison, en s'appuyant sur les ressources locales et sur le possible appui d'autres membres de la communauté villageoise.
Les familles choisissent entre différentes variantes pour leur maison. Les modèles sont adaptés au climat et à l'environnement local (cyclones fréquents). Les matériaux de construction disponibles sur place incluent essentiellement la terre crue pour les murs (adobe et bauge), du bois sauvage et du chaume pour la toiture. Cependant, ce dernier matériau n'est pas vraiment promu par Zoma supposé être peu acceptable par les bénéficiaires et sujet aux risques d'incendie.

Les matériaux et techniques promues se sont révélés adaptés et réplicables. En effet, la totalité des familles qui ont pu procéder à la construction d'extensions du module de base a choisi de les réutiliser. La seule variante est systématiquement le matériau de toiture, car les habitants, ne pouvant accéder à des tôles de qualité, se rabattent sur des tôles de qualité inférieure ou sur la production de toitures en chaume, plutôt de bonne qualité d'ailleurs.

Ainsi, il apparaît essentiel de questionner les réticences des organisations à faciliter l'usage de certains matériaux (dans ce cas-ci, le chaume) alors même que participer à les revaloriser permettrait de faciliter l'atteinte des objectifs, à savoir, une réelle autonomie des populations ciblées (coût et technicité adaptés). À cet avantage s'ajoutent une qualité d'habiter remarquable (thermique, phonique, résistance aux vents violents), un impact environnemental réduit et la génération d'activités économiques locales.



Les habitations sont presque entièrement réalisées à partir des différentes parties d'une plante native à croissance rapide, le ravenala ou arbre du voyageur, emblème de Madagascar.

ÉTUDE DE CAS

RECONSTRUCTION POST-CYCLONE DANS UNE ZONE DIFFICILE D'ACCÈS, MADAGASCAR

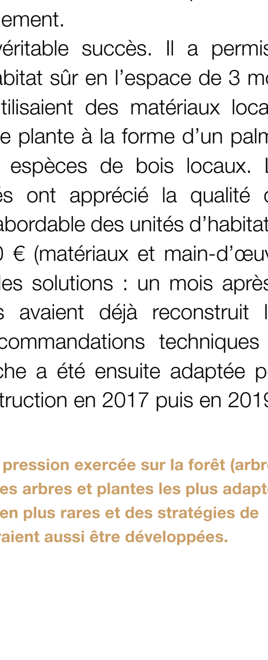
En février 2012, Madagascar a été frappé par le cyclone Giovanna puis par la tempête Irina touchant 332 000 personnes et causant de nombreux dégâts. Après un mois, moins de 15 % des ménages sinistrés avaient été en mesure de réhabiliter leur logement à un niveau acceptable.

Ce constat a mené Catholic Relief Services (CRS) à démarrer un projet de reconstruction dans une zone difficile d'accès, selon un processus mené par la communauté autorisant une gestion à distance. L'hypothèse était que, en s'appuyant sur les ressources et les capacités locales, et en particulier sur la population (participants au projet et autorités locales), et en apportant une assistance technique appropriée, il serait possible d'obtenir des résultats de qualité à moindre coût et de renforcer l'appropriation et la durabilité des résultats.
Le processus de conception a impliqué les bénéficiaires et les artisans locaux afin de s'assurer que les maisons soient culturellement acceptables et adaptées à l'environnement.

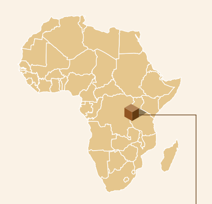


Le ravenala est utilisé pour le plancher (tronc), les murs (tiges) et la couverture du toit (feuilles). Ces matériaux permettent la construction rapide et à moindre coût de maisons et d'abris temporaires en cas de cyclones, et constituent une source de revenus pour les communautés villageoises.

Cette conception a intégré les pratiques de construction locales tout en proposant des améliorations pour une meilleure résistance aux aléas. Les artisans locaux ont été formés et des comités locaux ont été mis en place superviser la construction. Résultat : une unité d'habitation pouvait être construite en cinq jours seulement.
Ce processus a été un véritable succès. Il a permis à 598 familles d'obtenir un habitat sûr en l'espace de 3 mois. Toutes les constructions utilisaient des matériaux locaux, principalement dérivés d'une plante à la forme d'un palmier (voir ci-contre) et d'autres espèces de bois locaux. Les participants et les autorités ont apprécié la qualité des constructions. Le coût très abordable des unités d'habitation de 12 m² qui monte à 120 € (matériaux et main-d'œuvre) a permis une réplicabilité des solutions : un mois après le projet, huit autres familles avaient déjà reconstruit leur maison en suivant les recommandations techniques du projet. Cette même approche a été ensuite adaptée pour des programmes de reconstruction en 2017 puis en 2019.



L'utilisation de ravenala réduit la pression exercée sur la forêt (arbres à croissance lente). Cependant, les arbres et plantes les plus adaptés à la construction se font de plus en plus rares et des stratégies de meilleure gestion de la forêt devraient aussi être développées.



Promouvoir une architecture éco-responsable
en phase avec les besoins locaux

ÉTUDE DE CAS

PROMOTION D'UNE ARCHITECTURE DE TERRE DE QUALITÉ ET ACCESSIBLE À BUSHENYI, OUGANDA

En Ouganda, la couverture forestière diminue rapidement. Cela est en grande partie dû au secteur de la construction qui utilise le bois en structure (poteaux et charpente) et pour la cuisson des briques cuites. Le prix du bois de construction est devenu inabordable, ce qui fait que la qualité de l'habitat se dégrade alors que le recours à la brique cuite progresse, et avec lui le processus de déforestation.

Afin de lutter contre ce processus, le gouvernement local du district de Bushenyi a proposé d'utiliser la construction d'infrastructures scolaires pour faire la démonstration des possibilités d'amélioration de l'habitat des populations locales tout en étant plus éco-responsables. Ceci a été réalisé dans le cadre d'un partenariat rassemblant des compétences complémentaires : l'Université de Makerere, deux écoles techniques et une ONG ougandaise.

Deux pistes de travail ont été identifiées :

- L'amélioration des systèmes constructifs existants (torchis) pour réduire l'utilisation du bois et accroître la durabilité ;
- La promotion et l'amélioration de techniques constructives plus récentes (adobe) ou entièrement nouvelles (BTC) en substitution partielle ou totale de la brique cuite.

Entre 1999 et 2004, un réseau de compétences a été constitué en s'appuyant sur :

- La construction de bâtiments démonstrateurs ;
- Le développement de mallettes pédagogiques, utilisables par les lycées professionnels ;
- Le développement de supports promotionnels ;
- Des campagnes de sensibilisation pour les décideurs locaux, nationaux et internationaux.





Chantier associant différents matériaux locaux (briques cuites et BTM)

Le projet a mis l'accent sur la formation sur chantier qui a bénéficié à la fois aux artisans et techniciens locaux, et aux étudiants, enseignants et formateurs des écoles techniques et de l'Université de Makerere. Cela a aussi débouché sur l'introduction d'un module de formation sur les architectures de terre et l'habitat économique dans le programme d'enseignement du département d'architecture de l'Université de Makerere.

Pour les bâtiments publics, des solutions de qualité, accessibles et durables ont été développées ramenant les coûts de construction à une fourchette de 45 et 55 €/m² (contre 60 à 70 €/m² pour les technologies conventionnelles). Une partie importante du coût revient à la main-d'œuvre (artisans et ouvriers locaux) : entre 25 % et 35 % de l'investissement total contre 10 % à 20 % pour les solutions conventionnelles. Enfin, la réduction de l'utilisation de briques cuites permet d'économiser jusqu'à 14 m^3 de bois par salle de classe.

Concernant l'habitat, les maisons en adobe utilisent une moindre quantité de bois. Celles en «torchis amélioré» offrent une meilleure image et consomment deux fois moins de bois que les pratiques habituelles. Les améliorations proposées nécessitent un investissement supplémentaire, mais raisonnable et ce coût additionnel est rapidement rentabilisé avec l'allongement de la durée de vie du bâti qui est, au minimum, doublé.

Cet effort de rétro-ingénierie des cultures constructives locales a été bien perçu par les communautés. Il a permis d'accélérer la construction d'infrastructures scolaires dans le district, et une appropriation des solutions d'amélioration de l'habitat a pu être constatée chez les populations. Pour avoir un impact plus significatif et durable, il serait utile de compléter ces premiers résultats par des mécanismes de suivi et, si possible, d'appui financier aux ménages les plus en difficulté.

	Brique cuite	Adobe	BTC
Coût de construction	3 290 €	2 600 €	2 780 €
Investissement en main d'œuvre (MO)	263 € (8 %)	660 € (25%)	570 € (20%)
Part investie dans la localité (MO et matériaux locaux)	364 € (11 %)	920 € (35%)	730 € (26 %)
Volume de bois utilisé	16 m^3	6 m^3	2 m^3

Comparaison des coûts et volumes de bois utilisés pour 1 salle de classe (48 m² utile). Solutions de qualité équivalente (standard ougandais : 60 ans). données 2004

Bâtiments de démonstration en BTC et BTM et briques cuites à Kigari (district de Bushenyi)



Favoriser un approvisionnement durable et responsable

ÉTUDE DE CAS

UNE APPROCHE INTÉGRÉE DE VALORISATION ET FORMALISATION DE LA FILIÈRE BOIS ARTISANALE EN AFRIQUE CENTRALE

En Afrique centrale, les marchés intérieurs et régionaux du bois d'œuvre sont en plein essor. La croissance démographique rapide, l'urbanisation et le développement économique de la région sont à l'origine de la hausse de la demande interne des sciages, qui dans de nombreux pays est déjà plus importante en volume que l'exploitation industrielle pour les marchés d'exportation.

Cependant ce marché est majoritairement alimenté par une filière informelle. La demande domestique est alors approvisionnée par des exploitants artisanaux qui, bien qu'organisés, opèrent principalement en dehors des cadres légaux. Le secteur génère des emplois et des revenus importants en milieu rural et urbain. Par exemple, au Cameroun le sciage artisanal crée 45 000 emplois directs et dégage plus de 20 milliards FCFA (Cerutti, Lescuyer 2011). Mais ces emplois sont précaires et les exploitants artisanaux ont des revenus irréguliers tout en étant vulnérables à la corruption et aux abus des autorités.

Cette informalité permet difficilement une croissance solide de l'activité pour les entrepreneurs et contribue très peu aux recettes publiques. Cette situation alimente aussi la dégradation des forêts. Pourtant l'utilisation durable des ressources forestières peut constituer un moteur de développement durable en Afrique centrale.

Dans quelques pays d'Afrique centrale, le volume de bois vendu sur les marchés intérieurs est supérieur aux exportations.
Marché au bois de Yaoundé, Cameroun

Une transformation du marché intérieur

Pour remédier à cette situation, le Centre de recherche forestière internationale, le CIFOR, a lancé le projet « Promouvoir et formaliser l'exploitation artisanale du bois d'œuvre en Afrique centrale (PROFEAAC) » qui sera mis en œuvre d'ici la fin de 2023. L'objectif est de réduire la dégradation du couvert forestier du domaine rural en Afrique centrale. Financé principalement par le Fonds Français pour l'Environnement Mondial, il propose une approche intégrée de formalisation et de développement de l'exploitation artisanale du bois d'œuvre, allant de la gestion de la ressource ligneuse aux demandes de sciages dans les marchés domestiques.

En premier lieu, le projet vise à renforcer les capacités des exploitants artisanaux pour conduire une activité légale en obtenant un permis ou titre, ainsi que développer leurs compétences commerciales et financières pour améliorer leurs conditions de vie. Il s'agit aussi de valoriser l'exploitation artisanale dans les stratégies de développement des entités territoriales décentralisées afin d'améliorer la gouvernance à long terme.

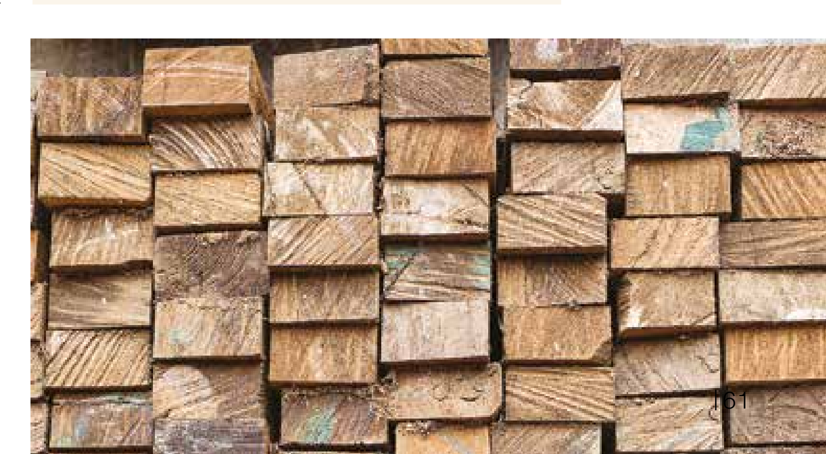
Afin de soutenir la formalisation du point de vue des consommateurs, le projet mettra en place des stratégies de communication et plaidoyer auprès des consommateurs particuliers et des secteurs public et privé, en particulier sur les marchés urbains.

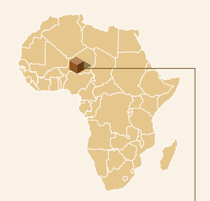
Finalement, dans le but de minimiser la contribution de l'exploitation artisanale à la dégradation des forêts, le projet vise à élaborer des méthodes à faible coût d'estimation et de suivi des impacts environnementaux, ainsi que promouvoir des mesures locales de régénération et de reboisement des espèces ligneuses et d'agroforesterie.

Les pays cibles

Le projet se déploiera au Cameroun et en République Démocratique du Congo (RDC), où le volume de sciage artisanal est estimé respectivement à près de 2,1 millions et 3,4 millions de mètres cubes (équivalent bois rond) par an. Il se déroulera dans le cadre de partenariats forts avec les institutions gouvernementales concernées ainsi qu'avec divers partenaires techniques internationaux et nationaux (CIRAD, IRD, Tropenbos RDC et Ilexa-Bois).

Bien que le Cameroun et la RDC aient des marchés intérieurs de bois d'œuvre très importants, leurs systèmes de gouvernance et les caractéristiques de la demande appellent des solutions différenciées.
Au Cameroun, le projet a choisi deux sites pilotes dans l'Est et le Centre qui approvisionnent les marchés de Yaoundé. L'objectif sera de promouvoir des Permis d'exploitation du bois d'œuvre (PEBO), une disposition prévue dans la loi forestière de 19A94 et en cours de révision, qui permettrait aux opérateurs artisanaux d'exploiter et de commercialiser un volume de bois correspondant à leurs moyens techniques et financiers.
En RDC, le projet se focalisera dans la province de la Tshopo et les marchés qu'elle approvisionne, surtout Kisangani. Dans ce pays, deux options de titre seront expérimentées, le Permis de Coupe Artisanale (PCA) pour une exploitation individuelle et la Concession Forestière des Communautés Locales (CFCL) dans le cadre de la foresterie communautaire.





L'approche itérative : un indispensable corolaire au diagnostic de territoire

ÉTUDE DE CAS

DÉVELOPPEMENT RURAL DE MAYAHI AU NIGER

Le Niger possède de nombreuses zones affectées par des phénomènes de désertification. Pour lutter contre l'exode rural qui en résulte, le projet de développement rural de Mayahi, porté par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) et mené à la fin des années 90, visait l'amélioration des conditions de vie des populations par :

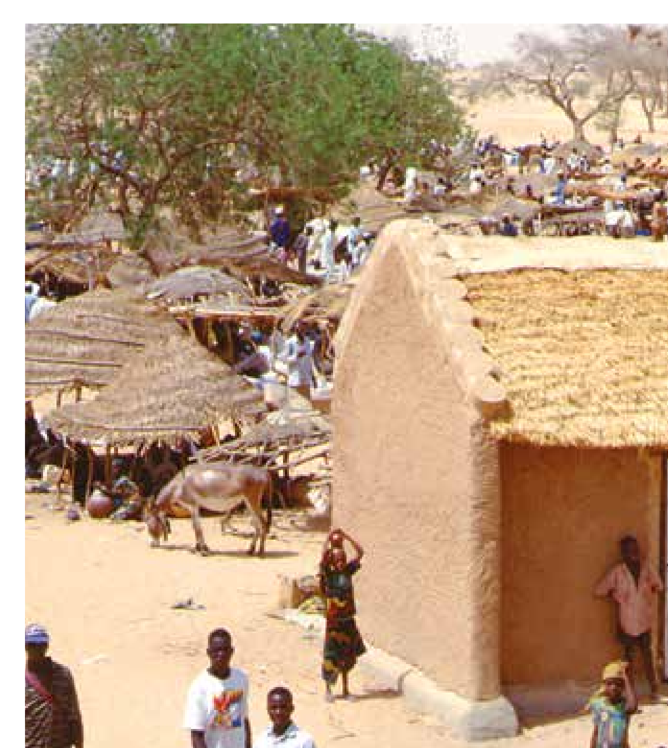
- la restauration d'un équilibre agroécologique durable,
- l'augmentation de la production agricole et animale, et
- la diversification des activités économiques créatrices d'emplois durables.

Au sein du volet construction de ce projet, la première préoccupation était la réalisation de diverses infrastructures agricoles, de commerce, d'éducation et de santé, mais il était aussi proposé de contribuer de manière plus générale à l'amélioration de l'habitat.

Pour cela, un diagnostic de territoire initial a été mené de façon participative révélant une diversité de besoins, de pratiques et d'usages tout en permettant d'identifier le potentiel des ressources locales (matériaux et compétences) en lien avec les défis environnementaux. Cela impliquait la prise en compte des spécificités de chaque lieu, que ce soit en termes de types d'infrastructure que de solutions techniques adaptées ou encore de renforcement des compétences.

En réponse, un processus itératif a été mis en place, basé sur la construction d'une diversité de bâtiments démonstrateurs. Leur réalisation a fait l'objet de retours réflexifs menés avec les diverses parties prenantes et portant sur l'acceptabilité des solutions proposées, leur adaptation aux besoins et aux capacités locales, et également la possibilité de mise







La démarche itérative du projet de la FAO et son souci d'apporter des réponses spécifiques aux différents besoins exprimés par la population ont amené à proposer une grande variété de solutions techniques et architecturales (ci-contre, à gauche et ci-dessus), et à mettre en place des programmes de formation principalement directement sur les chantiers.

en place d'un processus d'entretien régulier. Les solutions locales étaient favorisées (adobes, toitures en paille) alors que des solutions innovantes de construction sans bois (arcs, voûtes et coupoles) ont été proposées.

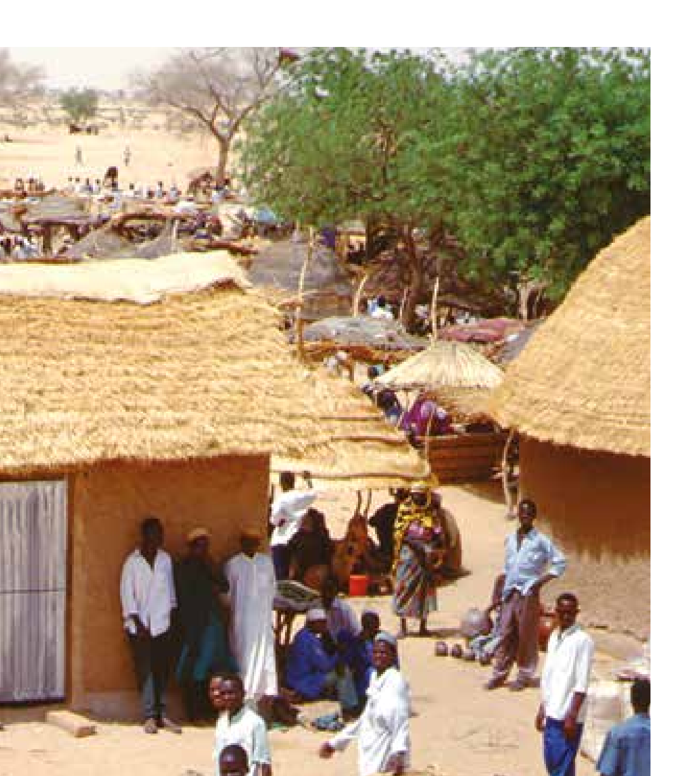
Ces prototypes ont permis de vérifier la pertinence des solutions techniques envisagées et d'effectuer des choix avec les parties prenantes pour chaque typologie de bâti (infrastructure ou habitat). Ils ont aussi permis d'identifier de façon plus précise les besoins connexes en matière de :

- culture et gestion d'espèces végétales utilisées dans la construction traditionnelle ;
- fourniture d'équipements adaptés (charrettes, outillage, etc.) ;
- formation d'artisans, de formateurs et de techniciens des services publics.

De tels aller-retour entre action sur le terrain et programmation de ce volet du projet ont été renouvelés, menant entre autres à une pratique particulièrement innovante : celles de la construction de boutiques de marchés ruraux à vocation de diffusion et de formation aux techniques d'amélioration de l'habitat rural. Par ailleurs, constatant que les infrastructures coûtaient entre 30 et 45 % moins cher que des solutions conventionnelles, une nouvelle méthode de calcul des devis a été proposée aux entrepreneurs locaux, valorisant mieux la main-d'œuvre, de façon à ce qu'ils n'y perdent pas et soient les promoteurs de ces solutions.

En l'espace de quatre années, les propositions d'amélioration de l'habitat financièrement accessibles se sont multipliées à travers la construction de plus de 200 bâtiments de démonstration et d'infrastructures construits par des entreprises locales. De nombreuses compétences ont été renforcées avec, dans certains villages, le constat d'un véritable bond qualitatif des constructions privées, et ce à des coûts très réduits.

Les résultats de ce projet ont été réutilisés dans d'autres projets d'infrastructures scolaires menés par l'UNICEF, mais aussi toujours par la FAO, notamment dans le cadre d'un projet similaire dans la région de N'Guigmi, en bordure du lac Tchad.





Améliorer la résilience des populations face aux désastres et aux effets du changement climatique

ÉTUDE DE CAS

RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ FACE AUX INONDATIONS EN AFRIQUE DE L'OUEST



L'Afrique de l'Ouest connaît une augmentation croissante des inondations. Celles-ci causent de plus en plus de dommages sur l'habitat et paupérisent encore plus des populations déjà fort démunies.

Face aux risques croissants liés au changement climatique et suite aux grandes inondations de 2007 et 2009, la Fédération Internationale de la Croix-Rouge a souhaité appuyer des stratégies de réduction de la vulnérabilité et d'adaptation des habitats dans ces régions.

Dès 2009, un projet pilote a été lancé par la Croix-Rouge de Côte d'Ivoire afin de se doter d'outils et méthodes visant à documenter, diffuser et, si nécessaire, améliorer, les bonnes pratiques constructives existantes, aptes à renforcer la résilience des populations. D'autres Sociétés Nationales de la Croix-Rouge (Sénégal, Bénin, Nigeria, Togo, Mali) ont ensuite été impliquées dans le processus engagé. Cela a permis d'identifier des solutions adaptées à d'autres contextes et de faciliter les échanges entre les populations déjà habituées aux risques et celles de régions qui y sont nouvellement confrontées.

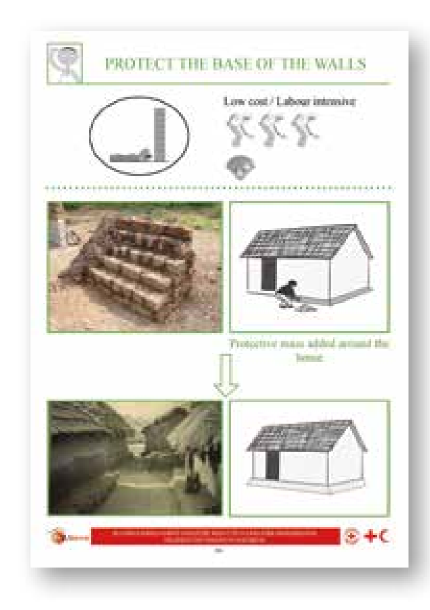
Des activités de sensibilisation, de démonstration et de formation de professionnels ont été mises en place afin d'apporter à la population des solutions techniques d'amélioration du bâti neuf et existant, adaptées aux contextes et aux capacités locales. Ces mesures d'adaptation tirent parti des cultures constructives locales, assurant ainsi leur accessibilité et leur réplicabilité, et privilégient quasi systématiquement l'usage de matériaux locaux tels que la terre crue, la pierre, le bois ou les fibres.

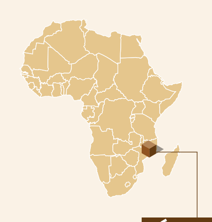
Il n'en demeure pas moins que le risque d'inondation est aussi souvent lié à une mauvaise implantation de l'habitat ou encore à des travaux d'aménagement qui n'anticipent pas suffisamment ce genre d'impact sur un territoire.

BONNES PRATIQUES CONSTRUCTIVES

Diverses pratiques constructives sont promues selon des variantes adaptées à différents budgets ou à différents niveaux d'exposition au risque. Ainsi pour protéger la base des murs il était proposé, entre autres :

- d'ajouter une masse d'usure en terre ;
- de construire sur une plateforme surélevée ;
- de construire un soubassement en bloc ciment/pierres et ajouter éventuellement une barrière capillaire.





ÉTUDE DE CAS



Maison auto-construite en 2018 à Chinamacondo ayant résisté au cyclone Idai. Il est possible d'observer de nombreuses intelligences constructives notamment concernant la toiture aérodynamique et la large véranda supportée par des piliers de qualité.

CAPACITÉS ENDOGÈNES DE RELÈVEMENT AU MOZAMBIQUE

En mars 2019, le Mozambique est durement frappé par le cyclone Idai, considéré comme le plus puissant cyclone survenu en Afrique, endommageant plus de 240 000 maisons. La Fédération internationale de la Croix-Rouge s'est rapidement engagée dans la reconstruction avec le souhait de renforcer les capacités et pratiques constructives existantes des populations. Pour cela, un diagnostic des cultures constructives locales a été mené afin d'identifier les forces et faiblesses des pratiques de construction et de relèvement dans différentes communautés rurales et péri-urbaines affectées.

Ce diagnostic a permis de mettre en avant la capacité des populations à réparer et reconstruire par elles-mêmes grâce à la résilience des solutions constructives locales. En particulier, les maisons mixtes bois et torchis (pau a pique) sont aisées à réparer ou reconstruire et à un moindre coût, car elles autorisent la récupération des matériaux. Dans certains cas, la bonne maîtrise et exécution des techniques traditionnelles a permis une résistance au cyclone remarquable (*voir photo*).

Cependant, des faiblesses relatives à la qualité des couvertures ou de la base des poteaux ont été identifiées. Elles étaient généralement corrélées à d'autres causes comme par exemple la difficulté croissante d'accès aux matériaux biosourcés de qualité (bois et chaume) et une perte dans les savoir-faire traditionnels. En effet, les populations tendent à substituer certains matériaux et/ou techniques par des solutions importées, qui sont moins bien maîtrisées et qui parfois aggravent des vulnérabilités préexistantes.

Un an après le début du projet, l'assistance post-catastrophe peine à toucher plus de 15 % de la population affectée grâce à des solutions d'habitat durable, les solutions basées sur les pratiques traditionnelles, promues par certains acteurs, restent identifiées comme « temporaires » au niveau national. Et ce malgré le fait que les solutions conventionnelles résistantes aux aléas sont inabordables aussi bien d'un point de vue financier que technique pour les populations touchées et donc difficilement réplicables. Les différents moyens mis en place pourraient pourtant avoir un impact plus important et sur le long terme sur la résilience des populations s'ils étaient orientés sur les vulnérabilités qui affectent les pratiques constructives locales, notamment celles concernant la perte de valeur des savoirs traditionnels et l'accès aux matériaux locaux disponibles et de qualité.



Développer un Référentiel de Compétences et de Certification pour la construction en terre en Afrique

ÉTUDE DE CAS



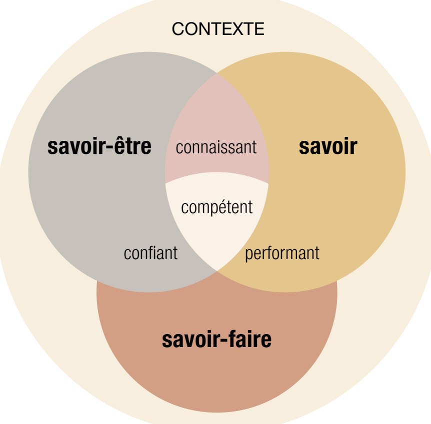
VALORISATION DES ARTISANS EN ÉCOCONSTRUCTION, LUBUMBASHI, RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

Dans la ville de Lubumbashi, l'habitat est majoritairement construit en brique cuite artisanale dont la fabrication contribue fortement à la pollution de l'air et à la déforestation. Ici, la production des briques comme l'exécution des travaux est bien souvent de faible qualité. Ceci est dû au fait que le travail de l'artisan, souvent sans formation professionnelle, n'est pas considéré. Son mode de rémunération est basé sur le coût des matériaux (généralement 30 %) et non sur ses compétences. Ce mode de calcul encourage la surconsommation de matériaux, facteur amplifié par le recours accru au béton armé et aux enduits pour compenser la médiocrité des maçonneries.

Dans ce contexte, depuis 2012, le Bureau Diocésain de Développement (BDD) de Lubumbashi anime une stratégie de promotion de la construction en terre crue dans laquelle la formation professionnelle est un axe majeur. L'objectif est de valoriser l'intelligence de la maçonnerie traditionnelle porteuse (adobe et brique cuite apparente), en proposant le Bloc de Terre Comprimée (BTC) stabilisé en alternative à la brique cuite.

Le BDD a déjà formé plusieurs équipes d'artisans sur chantier et fait la démonstration des avantages socio-économiques et environnementaux du BTC et de l'adobe. Mais, paradoxalement, cela contrarie les petits entrepreneurs, car ces technologies, utilisant moins de matériaux coûteux (ciment, sable, acier), entraînent de facto une réduction du montant de la construction normalement alloué à la main-d'œuvre.

Fort de ce constat et pour compenser cela, il est proposé de modifier le principe de rémunération en se basant sur la responsabilité de chaque acteur du chantier. Ce nouveau paradigme implique, et permet de rendre les artisans plus responsables de leur travail et de favoriser la reconnaissance du



Le système ACVET construit l'apprentissage selon l'Approche par Compétences (APC) afin de rendre le professionnel autonome, capable de s'adapter à toutes situations dans son champ de responsabilité, et de promouvoir sa mobilité.





Le système ACVET se décline pour 4 niveaux de responsabilité :
- **Ouvrier d'exécution (aide-briquetier, aide-maçon)**
- **Ouvrier qualifié (briquetier, maçon)**
- **Chef d'équipe (briqueterie et maçonnerie)**
- **Chef de chantier (coordinateur de tous les corps d'état d'un chantier de construction)**

travail bien fait qui mérite rémunération. L'esthétique du BTC, qui exige précision et rigueur, est vue comme un atout pour faciliter le changement de comportement des artisans qui redeviennent fiers de leur maçonnerie, laissée apparente.

Ainsi, depuis 2016, le BDD s'est rapproché du Bureau Pédagogique Salésien du Congo (PBSCO) qui accompagne plusieurs Centres de Formation Professionnelle. Le but est d'introduire l'enseignement de la construction en terre crue selon l'Approche Par Compétence (APC), promue par le ministère de l'Enseignement depuis 2013, afin que la formation professionnelle réponde mieux aux vrais besoins du monde du travail, en particulier celui des micros et très petites entreprises.

Dans cette démarche, le BDD s'appuie sur le référentiel de compétences ECVET Construire en terre (European Credit for Vocational Education and Training) en l'adaptant au contexte de la RDC. Ce nouveau système renommé ACVET (A pour African) se décline en savoirs, savoir-faire et savoir-être pour quatre niveaux de responsabilité. Après complète adaptation, l'outil ACVET pourrait alors être diffusé par le réseau salésien Don Bosco Tech Africa qui coordonne 102 Centres de Formation Professionnelle dans 35 pays africains.

En réponse à la question fondamentale de la rémunération, l'outil ACVET inclut un module de formation pour reconsidérer le mode de rémunération des acteurs de la construction. Au-delà, les programmes de formation favorisent l'auto-employabilité, car ils intègrent les dénominateurs communs des trois techniques (adobe, brique cuite et BTC) et s'adaptent aux besoins des clients. En décloisonnant les métiers, cela favorise, par exemple, la conversion des briquetiers « briques cuites » en briquetiers « briques crues ».



Faire le lien entre habitat et qualité de vie

ÉTUDE DE CAS

FORMATION PROFESSIONNELLE ET ACADÉMIQUE EN ARCHITECTURE DURABLE, ANGOLA

L'Angola a connu deux longues périodes de guerre, pour l'indépendance d'abord (1961-1975), puis civile (1975-2002), qui ont profondément marqué le pays. Dans le cadre du programme national de reconstruction et de développement social, différentes organisations civiles et religieuses ont participé à l'effort de reconstruction des infrastructures sociales en s'appuyant sur les matériaux locaux, avec en particulier l'utilisation du Bloc de Terre Comprimée (BTC). Au total, ce sont plus de 40 000 m² d'équipements qui ont été construits en BTC, offrant des résultats durables et de qualité, y compris en termes de main-d'œuvre formée.

À partir de 2010, certains acteurs initient une réflexion plus approfondie sur les processus de construction et les modes d'habiter. Faisant le lien avec son programme d'éducation et d'agriculture durable, Caritas Angola lance le programme « Architecture Durable : amélioration du logement rural ».

L'analyse de l'habitat traditionnel en adobe et la construction d'un prototype ont donné un nouveau tournant aux initiatives autour de l'architecture de terre en Angola. Ils ont débouché sur l'élaboration d'un nouveau programme de sensibilisation, de formation et de construction qui intègre mieux les différents acteurs du cycle de construction, et ce à trois niveaux :

- la famille et la communauté (artisans),
- le chef de chantier (écoles techniques),
- l'ingénieur et l'architecte.

Une composante forte du programme de formation, et qui s'est progressivement affinée au fil des expériences, est la place qu'il donne au « modus vivendi », offrant un regard nouveau, nécessaire dans le contexte angolais, et qui a fait ressortir que qualité de vie rime, entre autres, avec qualité de l'habitat.

La décision pour une telle innovation est venue de deux constats :

1. La guerre a bouleversé tous les paradigmes dont celui lié à l'acte de construire et d'habiter. Elle a forgé l'idée d'habitat provisoire et il s'est opéré une rupture dans le transfert des savoir-faire. La dégradation de la qualité et de la durabilité de l'habitat traditionnel qui en a résulté a conduit à une perte de valeur auprès des populations, et ce, même si la sécurité qu'ont offerte les murs en terre face aux tirs de balles est bien présente dans les esprits.
2. Aujourd'hui, les blocs de ciment remplacent progressivement les matériaux naturels et, avec la tendance à n'avoir que peu de fenêtres pour une question de sécurité, les conditions d'humidité intérieures altèrent fortement le confort et la santé des occupants.

Alors que le logement a tendance à être abordé en termes de fonctionnalité et de matérialité, il n'est pas évident d'avoir



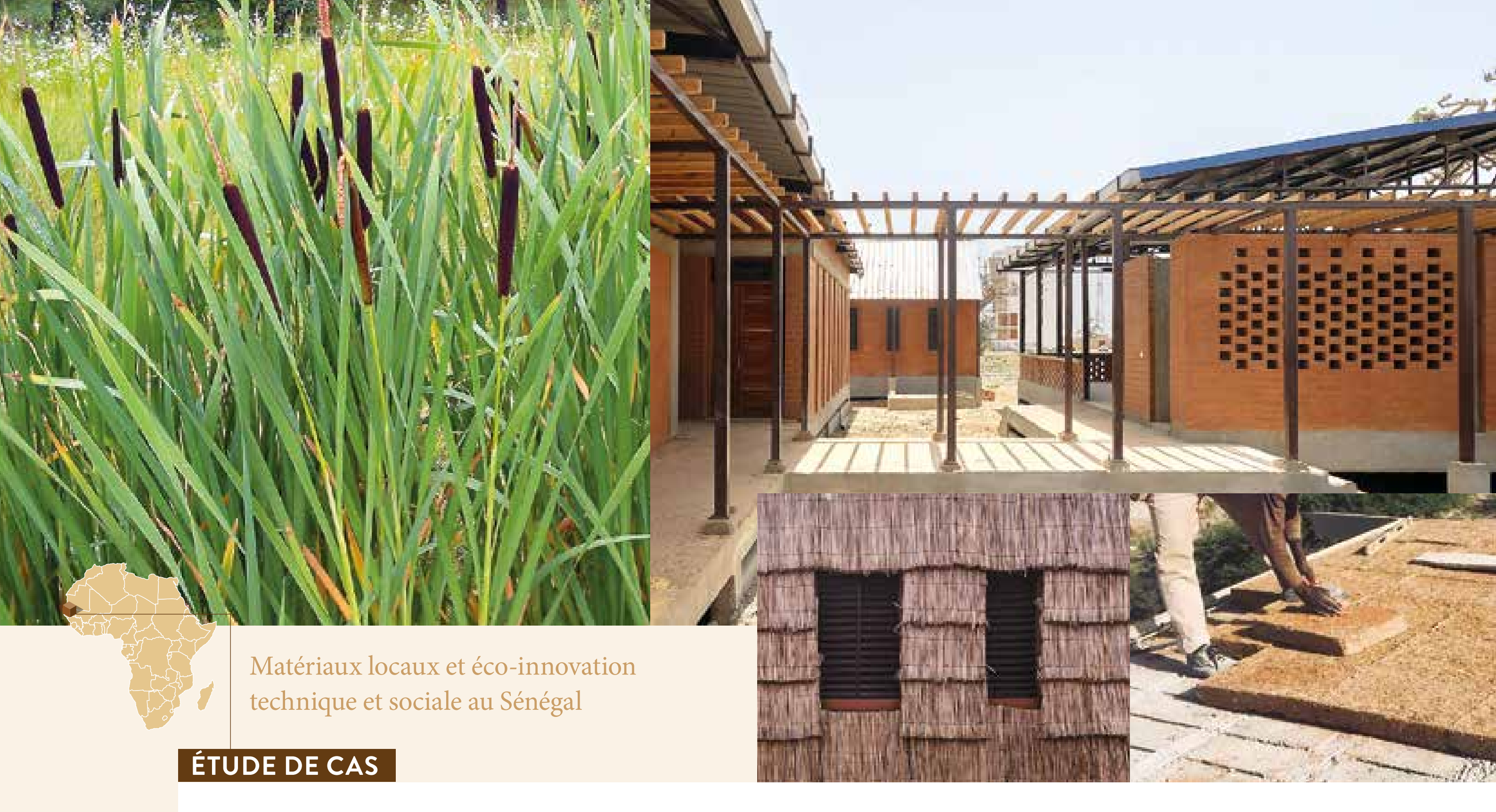


une réflexion sur le « modus vivendi ». Ainsi le programme de formation se construit sur un apprentissage qui se veut :

- intégral : en plus de la composante technique sur les matériaux locaux (en particulier l'adobe), le programme inclut des thèmes liés aux modes de vie, au bien-être et à la santé.
- Inclusif et durable : il tente d'éveiller les consciences en encourageant l'analyse et la réflexion afin que la communauté puisse être autonome dans ses décisions futures.

In fine, le programme de sensibilisation et de formation sur les architectures de terre, propose d'innover sur les méthodes éducatives actuelles afin de permettre aux étudiants, à travers l'analyse et la réflexion, de mieux appréhender le monde pour reconstruire durablement la société.





Matériaux locaux et éco-innovation technique et sociale au Sénégal

ÉTUDE DE CAS

LE TYPHA

Au Sénégal, le typha est un roseau invasif couvrant le fleuve Sénégal et le lac de Guiers (source d'eau douce de Dakar). C'est un problème écologique majeur. Des actions ont été entreprises pour l'éradiquer, mais sans succès. Plus récemment des recherches ont été lancées pour transformer cette nuisance en ressource utile. Dans le cadre du programme PNEEB/Typha, un travail a été mené pour mettre au point des produits isolants à base de terre et de fibres permettant de valoriser cette ressource considérée en produits contribuant à une meilleure efficacité énergétique des bâtiments et à la réduction des émissions de CO_2.

Pour ce faire, un état des lieux et un état de l'art sur l'utilisation des fibres végétales dans la construction ont été réalisés, suivis d'un volet d'expérimentations associé à plusieurs séminaires de restitution des résultats, d'un volet démonstration comprenant de la formation et d'un volet application en vue d'une large diffusion des résultats. Certains produits sont actuellement utilisés dans le cadre de projets de construction comme l'Ecopavillon de Diamniadio (Dakar) ou de greniers améliorés à Matam.

Exemple de matériaux à base de typha produits dans le cadre du projet PNEEB/Typha et mis en œuvre dans le projet d'écopavillon de Diamniadio (Dakar) : terre typha en panneaux isolants, bardage en tuile de chaume de typha…

ÉTUDE DE CAS

DES GRENIERS AMÉLIORÉS POUR CONTRIBUER À LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Dans la région de Matam, le problème d'accès aux moyens de stockage adéquats couplé aux sécheresses entraîne une perte importante des récoltes d'oignons créant des situations d'insécurité économique et alimentaire. La mise sur le marché des récoltes au même moment en l'absence de stockage entraîne une chute des cours qui met en péril cette importante filière agricole.

Une réflexion a été lancée entre les parties prenantes[1] avec l'appui de leurs partenaires[2] pour trouver des solutions viables à travers, entre autres, le développement de greniers améliorés pour un stockage plus efficace des récoltes.

Après une phase d'études, un premier prototype de grenier d'une capacité de cinquante tonnes a été construit en 2019. Sa conception repose sur un système de double mur ventilé en blocs de terre moulée afin d'isoler l'espace de stockage. Un système d'appoint de production de froid a été ajouté afin de compléter le rafraichissement lors des périodes les plus chaudes. Des éléments en Typha ont été utilisés en plafond sous toiture pour améliorer l'isolation thermique du bâtiment. La première campagne d'essai a montré des résultats supérieurs aux pratiques courantes validant le principe technique et architectural : 80 % des trente-cinq tonnes stockées étaient encore commercialisables au bout de trois mois.

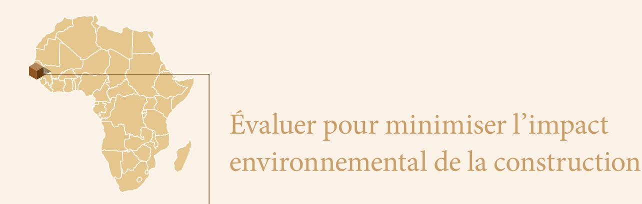
À l'issue de cette phase, un second grenier d'une capacité de cent tonnes a été mis en chantier incluant certains changements en vue d'améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment et de faciliter son usage : en particulier une tour à vent et un canal souterrain doivent améliorer les conditions de stockage.

D'ici à trois ans, une trentaine de greniers en matériaux locaux seront construits dans le cadre d'un programme de développement d'entreprise sociale le long du fleuve, à travers le renforcement des capacités des acteurs locaux dans la production des matériaux, la construction et la maintenance des bâtiments, grâce à des chantiers-écoles et la production de documents pédagogiques et techniques.

Chantier du premier prototype de grenier amélioré à Matam



1 Association Karwal Nguenar et Bossea (AKNB), collectivités locales, association APOV (producteurs d'oignons), fédération départementale des comités de gestion communautaire de Matam (groupement de promotion féminine — GPF) de la Vallée du Fleuve, association FANSOTO, Université Gaston Berger de Saint-Louis.
2 Entrepreneurs du Monde, CRAterre, Schneider Electric, Fondation EDF, Coopération Monégasque.



Évaluer pour minimiser l'impact environnemental de la construction

ÉTUDE DE CAS

IMPACT ENVIRONNEMENTAL COMPARÉ D'UN BÂTIMENT PUBLIC, GUINÉE-BISSAU

Canchungo, 2e ville de Guinée-Bissau, compte 90 % de ménages en situation de pauvreté et des conditions de vie qui tendent à se dégrader. C'est dans ce contexte que le GRDR *migration-citoyenneté-développement* participe depuis 2014 à l'amélioration de l'habitat dans plusieurs quartiers prioritaires à travers la promotion d'un habitat durable. De nombreuses actions ont été menées auprès de familles vulnérables avec le souhait de désormais promouvoir l'usage des matériaux locaux et une architecture durable auprès des autorités de la ville et la formalisation du marché de la construction.

Le GRDR a lancé en 2019 avec ses partenaires (autorités municipales, services déconcentrés de l'État, etc.) la construction d'un centre de ressources en matériaux locaux comme bâtiment exemplaire dans un quartier attractif de la ville. À travers ce projet, il s'agit aussi bien d'évaluer et d'atténuer l'impact des activités de construction sur le changement climatique. Ainsi, une évaluation de l'impact environnemental (utilisation d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre ou EGES) a été conduite concernant le bâtiment en le comparant à celui d'une option conventionnelle en bloc ciment.

Les résultats montrent tout d'abord que malgré l'utilisation de fondations en béton cyclopéen qui nécessitent moins de ciment dans le projet, **les fondations restent le poste largement dominant en termes d'impact**, surtout en EGES (70 %), suivi par la charpente/couverture. Très souvent le calcul des fondations est fait de manière systématique en prenant en compte la situation la plus défavorable, alors qu'une étude de sol permettrait d'éviter un surdimensionnement et un surcoût. Aussi, des fondations en pierres auraient un intérêt majeur dans ce contexte, du moins pour des solutions de logement.

Par ailleurs, **l'utilisation de murs en terre crue permet de réduire fortement l'impact par rapport à des murs en blocs ciment** : 5 tonnes équivalent CO_2 sont économisées pour ce bâtiment qui compte 230 m^2 de murs. L'économie d'EGES serait encore plus importante par rapport à des murs en briques cuites.

En revanche pour la charpente-couverture, la différence entre la solution en ossature métallique et la solution locale en charpente bois n'est pas significative. La prise en compte des impacts du bois est en cause, car, dans ce cas-ci, le bois local étant issu d'une forêt non gérée (coupe précoce ; arbre non renouvelé), les données tiennent compte du stockage de CO_2 perdu conduisant à un bilan défavorable en termes d'EGES.

Texture des murs de bauge
du centre de ressources de Canchungo



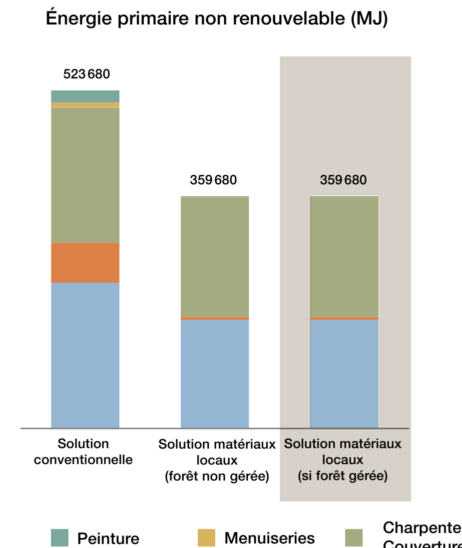


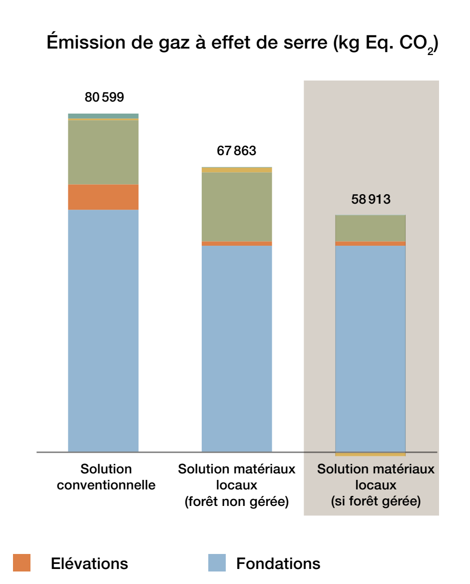
Le centre de ressources de Canchungo.

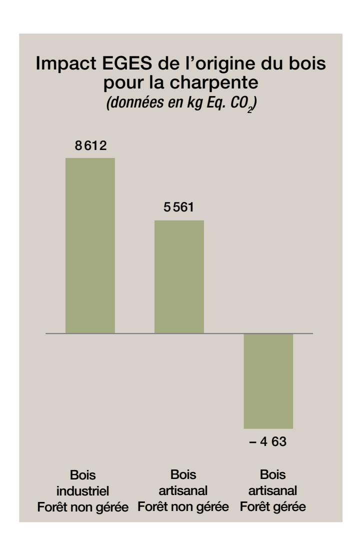
	Solution conventionnelle	Solution en matériaux locaux
Fondations	Béton armé	Béton cyclopéen (40 % pierre 60 % béton)
Élévations	Bloc ciment creux 20 cm Enduits ciment	Terre crue (adobe et bauge) Enduits terre, parfois ciment
Charpente Couverture	Charpente métallique Couverture tôle alu-zinc	Charpente bois local Couverture tôle alu-zinc
Menuiseries	Profilés acier	Bois local
Peinture	Peintures vinyliques et glycero	Badigeon chaux sur murs Peinture glycero (charpente)

Choix constructifs des options comparées

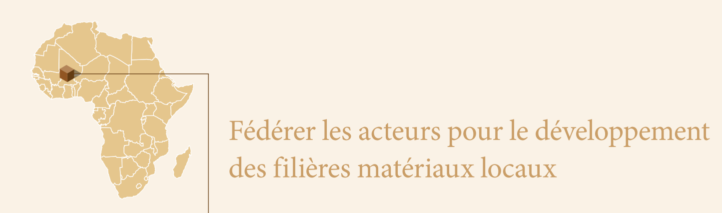
Un calcul alternatif a été mené dans le cas où le stock forestier serait géré durablement, permettant aux produits à base de bois de stocker du CO_2, de l'ordre de 5 tonnes pour le bâtiment étudié. Une autre hypothèse de calcul est proposée considérant une exploitation industrielle de bois non géré : la quantité de bois perdus, les transports et les traitements feraient alors accroitre considérablement les impacts en termes d'EGES. **La bonne gestion de la ressource bois est donc primordiale pour réduire les impacts du secteur construction.**





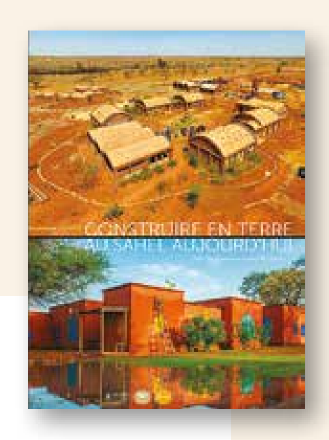






Fédérer les acteurs pour le développement des filières matériaux locaux

ÉTUDE DE CAS



UN RÉSEAU D'ACTEURS POUR LA PROMOTION DE LA TERRE CRUE AU SAHEL

Le Sahel est le berceau d'un patrimoine architectural et d'intelligences constructives uniques. L'usage de la terre crue comme matériau de construction en association avec d'autres s'est parfaitement adapté aux modes de vie et d'habiter locaux tirant parti des potentiels, dynamiques et contraintes du milieu. Dans un contexte où la gestion raisonnée des ressources naturelles et la transition écologique sont des impératifs absolus, cette ressource locale et les savoirs qui lui sont associés connaissent un important regain d'intérêt du fait de son fort potentiel à répondre à une demande croissante, notamment en zone urbaine, de bâtiments de qualité, sains et écologiques. Des entreprises spécialisées se multiplient et de nombreux projets voient le jour. Une véritable filière terre émerge malgré de nombreux obstacles (manque de reconnaissance, de formation, de réglementation, etc.) ralentissant son développement à plus grande échelle.

Forts de ce constat les acteurs de la région ont mis en place le réseau FACT Sahel + (Fédérer les Acteurs de la Construction en Terre au Sahel et dans les pays limitrophes) afin de faciliter le développement de la filière. La prise en compte des cultures constructives de la région au service d'une architecture contemporaine en terre est l'engagement du réseau pour offrir une large palette de solutions innovantes aux populations qu'elles soient rurales ou urbaines, modestes ou plus aisées.

Les objectifs principaux sont d'organiser des échanges interprofessionnels, améliorer la visibilité des acteurs, affirmer et diffuser une identité constructive sahélienne respectant et valorisant les ressources naturelles et les savoir-faire locaux tout en impulsant la formation professionnelle des jeunes et des femmes.

L'ambition d'un tel réseau est de faire le lien entre offre et demande (privée et publique) grâce à un panel de compétences larges et complémentaires. La pluridisciplinarité des membres du réseau composé d'hommes et femmes artisans, décorateurs, artistes, étudiants, enseignants, producteurs de matériaux, entrepreneurs, ingénieurs et architectes ainsi que d'ONGs et associations de constructeurs, est un atout important pour le développement et la pérennisation de l'architecture en terre au niveau local et régional. Ce réseau est engagé dans diverses activités de communication, sensibilisation, promotion, formation et transferts de savoirs entre professionnels au travers de colloques, expositions, festivals, chantiers, workshops, publications, expérimentations, etc., à l'instar de l'exposition itinérante et de l'ouvrage : « Construire en terre au Sahel aujourd'hui ». FACT Sahel + soutient et coorganise le festival Bogo Ja avec l'association Bougou Saba, événement visant à la préservation de l'identité culturelle et architecturale et à la préservation de l'environnement autour de la décoration de maisons en terre de Siby au Mali.

Alors qu'il devient évident que la terre crue s'inscrit aujourd'hui dans le marché de la construction et d'une architecture durable et responsable, il reste encore des efforts à faire pour la mise en place de cadres réglementaires et normatifs adaptés qui facilitent aussi bien le développement du marché privé et la commande publique. C'est dans ce sens qu'il est important d'appuyer la création de réseaux d'acteurs et de professionnels à l'instar de FACT Sahel + pour répondre in fine aux besoins grandissants du continent africain en matière de transition écologique et sociale dans le domaine des établissements humains.

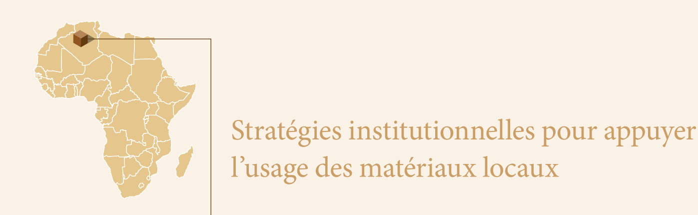






Le CAPTERRE forme chaque année près de 250 personnes (étudiants et professionnels) et sensibilise au minimum 2500 personnes issues du grand public (enfants y compris). Les activités ont lieu au sein de ses locaux à Timimoun ou lors de chantiers formation ou d'événements majeurs (conférences, worshop)





Stratégies institutionnelles pour appuyer l'usage des matériaux locaux

ÉTUDE DE CAS

UN ENGAGEMENT ÉTATIQUE MAJEUR EN ALGÉRIE

L'Algérie est riche d'un important patrimoine architectural et urbain majoritairement bâti en terre crue. Après des dizaines voire même des centaines d'années d'utilisation, celui-ci fut considéré comme obsolète et largement abandonné, victime de la standardisation des formations universitaires et professionnelles dans le domaine du bâtiment qui ont exclu l'apprentissage des techniques et matériaux de construction traditionnels au profit exclusif des matériaux industriels. Pourtant, ce patrimoine reste digne d'intérêt, en tant que tel déjà, mais aussi comme source d'inspiration pour la conception d'habitats ayant des vertus plus écoresponsables.

Créé en 2012 par le ministère Algérien de la Culture, le Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en Terre (CAPTERRE) est chargé de réhabiliter l'image des architectures de terre en particulier et des matériaux locaux en général à des fins de conservation du patrimoine bâti en terre. À travers cet engagement, l'État algérien souhaite aussi explorer le potentiel d'un renouveau des savoir-faire traditionnels en architecture de terre comme levier de développement territorial, porteur de bénéfices économiques, environnementaux, sociaux et culturels.

L'activité du CAPTERRE a débuté en 2014. Depuis, il met en œuvre des actions de promotion et de sensibilisation destinées tant au grand public (enfants compris) qu'aux étudiants et professionnels du domaine de la construction (ingénieurs, architectes et artisans). Il développe des formations qualifiantes et de l'assistance technique pour la réhabilitation du patrimoine bâti en terre, la construction en terre et la création de filières de production de matériaux à base de terre.

Le CAPTERRE s'est également engagé dans un projet pilote de réhabilitation d'une bâtisse en terre dans le cadre du programme Profas C+ (coopération entre l'Algérie et la France). Cette opération a été réalisée dans le quartier historique de la ville de Timimoune, sous forme de chantier-école. Elle a été conclue avec l'élaboration d'un guide de réhabilitation[1]. L'expérience a démontré l'intérêt d'une réhabilitation par rapport à celui d'une destruction-reconstruction tant en terme économique, en divisant le coût par deux, qu'en termes environnemental et patrimonial. Elle a aussi permis de démontrer que la préservation du patrimoine est tout à fait compatible avec l'adaptation au confort moderne. Cependant, elle a révélé le besoin de rétablir la chaine des savoirs et savoir-faire dans l'ensemble de la filière de construction en matériaux locaux. Une expérience similaire est en cours concernant la construction d'un logement social en terre crue aux qualités bioclimatiques.

Après 6 ans d'activité, on constate un fort regain d'intérêt pour la construction en terre en Algérie. Plusieurs départements universitaires en architecture et génie civil lancent des enseignements sur l'architecture de terre et le nombre de mémoires de fin d'étude et de thèses sur le sujet est grandissant. Le secteur privé, à travers les entreprises et la société civile, est également actif avec une progression importante du nombre de demandes d'assistance technique tant dans le domaine de la réhabilitation du patrimoine que dans celui de la construction neuve. Un autre défi majeur qui doit être relevé pour le renouveau de la filière est le développement de son cadre réglementaire. Celui-ci est l'objet principal d'un nouveau projet qui devrait débuter en 2021.

1 Terki, Y., Rakotomamonjy, B., Hacini, M., et al., 2019. Guide de réhabilitation de l'habitat en terre à Timimoun. CRAterre ; CAPTERRE. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02498416



Concilier préservation du patrimoine culturel et développement

ÉTUDE DE CAS



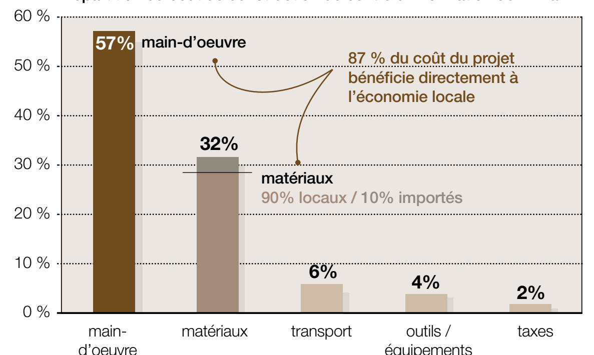
UN RETOUR PERTINENT AUX RESSOURCES LOCALES, KILWA, TANZANIE

Au cours du XXe siècle, la Tanzanie a connu un essor économique important qui s'est accompagné de profondes mutations culturelles, y compris en matière d'habitat. Si de nombreux bâtiments de qualité ont été réalisés, des difficultés subsistent encore pour certaines franges de la population, notamment en zones rurales et péri-urbaines car les coûts de construction sont trop élevés. Par ailleurs la modernisation s'est faite au détriment de l'identité locale et ne valorise que très peu les ressources locales et donc l'emploi.

Dans le contexte patrimonial fort que représente le site classé patrimoine mondial de Kilwa Kisiwani, cette contradiction entre potentiel des ressources locales et leur faible utilisation est particulièrement frappante. En effet, les vestiges de la citadelle de Kilwa sont toujours dans un état de conservation remarquable alors que les constructions récentes montrent des signes de faiblesse, notamment dus aux effets des vents marins, chargés de sel.



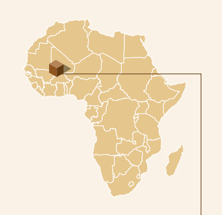
Répartition du coût de construction de centre d'information de Kilwa



Dans ce contexte, et dans le cadre d'un projet européen visant la promotion du patrimoine culturel en Tanzanie, un centre d'information touristique a été construit en 2015 dans la ville de Kilwa. Sa conception visait la valorisation de ce qui s'est fait de mieux localement au fil des siècles en cherchant l'inspiration autant dans l'habitat vernaculaire du XXe siècle que dans les ruines du XIVe présentes sur ce site remarquable. Les matériaux sont tous issus de la localité. Le bâtiment se compose essentiellement de pierres, de chaux, de sable, de terre, de bois, de bambou et de feuilles de palmier. Les faux plafonds utilisent des nattes de raphia colorées produites par les femmes, en alternative au contreplaqué. Le résultat est fort apprécié. Le bâtiment est jugé confortable et durable et son architecture est résolument contemporaine.

Un des résultats les plus notables de ce bâtiment est le fort impact des dépenses sur l'économie locale. En effet, 90 % de l'argent investi dans cette construction a été injecté localement : salaires des maçons et charpentiers, extraction et livraison des matériaux.

L'État, propriétaire du bâtiment, a initialement refusé que le projet fasse usage de techniques et matériaux locaux. Mais aujourd'hui, les agents du service de l'urbanisme de Kilwa sont fortement convaincus de sa pertinence et défendent l'intérêt de valoriser les ressources et savoir-faire locaux à la fois pour préserver l'identité des lieux et renforcer l'économie locale.



Groupe scolaire à Begneimatou construit quasi exclusivement en matériaux locaux (pierres, terre, bois de rônier) avec des apports minimes en matériaux industriels.

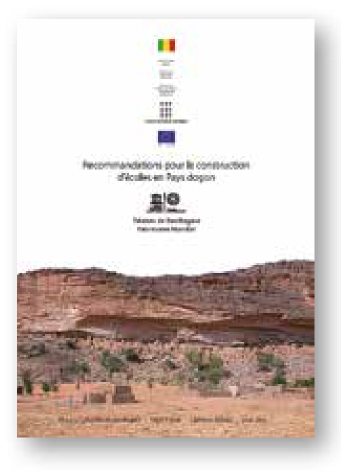


ÉTUDE DE CAS

DES INFRASTRUCTURES BIEN INTÉGRÉES AU PAYSAGE CULTUREL DU PAYS DOGON, MALI

Le site de la falaise de Bandiagara, communément appelé pays Dogon, est inscrit sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1989. Ce site emblématique du Mali est un lieu où tourisme culturel et naturel ont permis de développer des activités économiques bénéfiques à l'ensemble de la population. Cependant, malgré leurs qualités exceptionnelles, les formes architecturales traditionnelles sont de plus en plus remplacées par des édifices de style « international ». Plus particulièrement, la réalisation d'infrastructures communautaires et administratives engendre un début d'impact négatif sur les qualités paysagères du site.

Consciente de cela, la Mission Culturelle de Bandiagara (MCB), RADEV-Mali, AUDEX et des élus locaux ont souhaité trouver des solutions constructives et architecturales répondant aux besoins contemporains tout en étant mieux intégrés au paysage culturel. L'ambition était aussi de proposer des modèles valorisant les ressources locales et qui soient aussi utilisables par les populations pour l'amélioration de leur habitat.



Entre 2007 et 2010, grâce au soutien de l'Union Européenne, diverses activités complémentaires ont été lancées mobilisant des acteurs publics et privés. Une phase de diagnostic et d'inventaire des cultures constructives a été menée pour repérer dans le patrimoine et les pratiques ce qu'il y avait de plus pertinent et qui soit potentiellement adaptable aux nouveaux besoins. Ce travail a débouché sur une série de bâtiments « démonstrateurs » : galerie artisanale, école, logement, etc. L'évaluation de ces projets dans un processus itératif a permis la capitalisation des résultats sous la forme d'un guide pour la construction des écoles en pays dogon avec la participation de représentants de plusieurs ministères (Culture, Éducation Nationale, Habitat, etc.).

Plus de 30 bâtiments ont été construits au cours du projet, supports de formation et d'innovation, dont un programme de 20 logements dans la ville de Bandiagara, qui ont tous servi de support à la formation de cadres, de techniciens et de maçons. L'ensemble de ces activités a permis à la MCB et ses partenaires de renforcer leurs capacités de valorisation du patrimoine culturel au service du développement durable local.


Programme de relogement post-inondation à Bandiagara



TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES ÉTUDES DE CAS

PROJET	**Accréditer les matériaux et savoir-faire locaux et redonner de la fierté aux habitants** (p. 52 et 53)	**Lutter contre la précarité de l'habitat en milieu urbain** (p. 54 et 55)	**S'appuyer sur les ressources locales pour permettre aux populations de (re) loger par elles-mêmes** (p. 56 et 57)	**Promouvoir une architecture éco-responsable en phase avec les besoins locaux** (p. 58 et 59)	**Favoriser un approvisionnement durable et responsable** (p. 60 et 61)	**L'approche itérative : un indispensable corolaire au diagnostic de territoire** (p. 62 et 63)	**Améliorer la résilience des populations face aux désastres et au changement climatique** (p. 64 et 65)
OBJECTIFS	• Améliorer la qualité de l'habitat par la redynamisation des pratiques constructives valorisant les matériaux locaux	• Appuyer et améliorer la production sociale de l'habitat dans les zones d'urbanisation incontrôlée	• Accompagner les ruraux migrants en zone urbaine dans l'accès à un habitat digne • Contribuer à une amélioration des conditions de logement suite à un cyclone	• Lutter contre la déforestation en réduisant l'usage du bois de construction • Améliorer la performance et la durabilité des systèmes constructifs	• Appuyer la filière bois artisanal pour qu'elle soit plus soutenable • Réduire la contribution de l'exploitation artisanale du bois à la dégradations des forêts	• Lutter contre la déforestation en réduisant l'usage du bois dans la construction • Développer des solutions constructives alternatives, fiables et appropriables	• Co-développer des solutions d'adaptation pour la construction • Améliorer les pratiques constructives locales et renforcer les capacités
AVANTAGES MATÉRIAUX LOCAUX	- lutte contre la déforestation - amélioration de la durabilité des bâtiments grâce à une meilleure conception et exécution - potentiels pour la mise en place de système d'entraide et d'auto-construction - relocalisation de la production et des emplois	- mise en place de démarche participative - autoconstruction - amélioration des conditions de vie - amélioration de l'habitat indigne	- construction en zone enclavée, insulaire ou difficile d'accès - autonomisation des populations et acteurs locaux - hybridation matériaux locaux et matériaux thermo-industriels	- amélioration des pratiques existantes non durables et lutte contre la déforestation - réduction des coûts de construction et amélioration des retombées économiques locales - amélioration de la durée de vie des bâtiments - amélioration des conditions de vie des populations et de l'accès aux infrastructures de base	- garantir la renouvelabilité de la ressource - amélioration de la qualité des matériaux de construction et de la durabilité des ouvrages - amélioration du secteur économique et des acteurs concernés	- développement de solutions localisées de qualité, abordables, rémunératrices et réplicables - amélioration de la durabilité des ouvrages - réduction de l'impact de la construction sur l'environnement - réalisation d'infrastructures modèles pour l'amélioration de l'habitat	- améliorer durablement les capacités des populations vis-à-vis du changement climatique par le biais de solutions techniques et sociales appropriées - contribution à la stratégie de réduction des risques de catastrophe (DRR) - solutions abordables et reproductibles pour les projets de reconstruction post-catastrophe
CONDITIONS DE SUCCÈS	- diagnostic initial et adhésion des parties prenantes - articulation entre innovation technique et sociale - développer la formation pratique à travers, entre autres, le chantier - impact social et économique du projet au delà des bénéficiaires directs	- diagnostic initial et aide à la décision - sensibilisation, accompagnement technique et renforcement des capacités - développer des outils de communication adaptés (ateliers, fiches techniques, etc.) - assurer une continuité dans l'appui et l'expertise et le soutien institutionnel	- appropriation de la démarche de projet par les parties prenantes - être pédagogique et prendre le temps de convaincre - accompagnement technique - reproductibilité des modèles proposées une fois le projet terminé	- aide à la décision sur la base d'un diagnostic partagé et une appropriation du projet par les parties prenantes - mise en place d'activités complémentaires : formation, sensibilisation, etc. - retro-ingénierie - appui institutionnel, politique et financier pluriannuel	- gestion durable de la ressource sur l'ensemble de son cycle de vie - renforcement des capacités à tous les niveaux - plaidoyer	- approche holistique et diagnostic territorial participatif - bâtiments démonstrateurs et innovations (arc, voûte et coupole en terre) - acceptabilité et pertinence des solutions - renforcement des compétences et engagement des institutions dans la durée	- diagnostic local (identification des forces, faiblesses, priorités et points d'attention) - garantir l'accès aux ressources et leur bonne gestion - identifier et documenter les bonnes pratiques et les savoirs traditionnels sources d'innovations - développer l'expérimentation et faire évoluer le statut des solutions éprouvées (de temporaire à « durable »)
ZONES	zones rurales et périurbaines ainsi que les villes intermédiaires à l'échelle des pays	zones périurbaines et d'urbanisation spontanée	zones périurbaines et exposées aux aléas naturels ; nouvelles urbanisations spontanées	zones où la déforestation est un problème (stress sur les ressources forestières)	Afrique centrale et zones dont le couvert forestier le permet dans une perspective de gestion durable	zone désertique (Sahel) ou en voie de désertification, zone rural et urbaine	zones inondables urbaines ou rurales

Développer un Référentiel de compétences et de certifications pour la construction en terre (p. 66 et 67)	Faire le lien entre habitat et qualité de vie (p 68 et 69)	Matériaux locaux et éco-innovation technique et sociale (p. 70 et 71)	Évaluer pour minimiser l'impact environnemental de la construction (p. 72 et 73)	Fédérer les acteurs pour le développement des filières matériaux locaux (p. 74 et 75)	Stratégies institutionnelles pour appuyer l'usage des matériaux locaux (p. 76 et 77)	Concilier préservation du patrimoine culturel et développement (p. 78 et 79)
• Valoriser les métiers de l'écoconstruction • Améliorer la qualité des ouvrages en matériaux locaux	• Intégrer les savoirs sur les matériaux locaux dans les programmes pédagogiques • Contribuer à la reconnaissance des métiers de la construction durable	• Lutter contre les plantes invasives par leur valorisation • Développer des solutions d'adaptation locales au changement climatique	• Améliorer l'habitat précaire dans les quartiers péri-urbains • Réduire l'impact du secteur de la construction sur le changement climatique	• Mettre en réseau les acteurs de la filière construction en terre	• Contribuer au développement des matériaux locaux par l'appui institutionnel • Sauvegarder et enrichir les savoirs sur les matériaux locaux	• Faire du patrimoine culturel local une ressource pour le futur • Concevoir des architectures contemporaines s'inspirant des cultures constructives locales
- alternatives à des pratiques locales non durables et dommageables à l'environnement - support aux M/TPE - amélioration de la qualité des constructions - amélioration de la rémunération	- mise en place de solutions durables et de qualité - très bonne résistance des murs en terre contre les tirs de balles (sécurité des occupants) - conditions sanitaires améliorées (confort hygrothermique) - Approche par les Compétences (APC)	- solutions adaptées à des coûts abordables pour le marché - bonne propriété isolante du Typha - exploitation des bonnes qualités hygrothermiques de la terre	- réduction EGES - architecture durable à moindre coût	- adaptation aux différents contextes climatiques, géologiques, sociaux et culturels pour répondre aux différents besoins du continent en matière d'établissements humains - constructions saines de qualité et écologique	- interventions et récupération du bâti existant plutôt que destruction/ reconstruction - levier de développement territorial - bénéfices économiques, environnementaux et sociaux - qualité bioclimatique et thermique du bâti en terre	- disponibilités des matériaux sur site ou à proximité - 90 % des dépenses réinvesties au niveau local (retombées économiques) - restauration des valeurs patrimoniales et attractivité du site - création d'activités génératrices de revenus et compétences - solutions économiques
- mise en place de chantiers-formation - modification du modèle économique de la construction artisanale (mode de rémunération) - responsabilisation - approche par compétence (APC) et formation professionnelle	- analyse de l'habitat traditionnel - sensibilisation, formation et construction inclusives pour les différents acteurs de l'acte de bâtir - innovations aussi bien sociales, techniques que pédagogiques intégrées - programme soutenu au niveau national	- implication des parties prenantes - prise en compte des contraintes et spécificités locales (climatiques, humaines, etc.) - temps pour la recherche, l'innovation et l'expérimentation - prototypage et démonstrateurs	- appui scientifique et mise en place d'expérimentations - implication des parties prenantes du projet - soutien de la part d'organisations ancrées dans les projets de production sociale de l'habitat	- volonté des parties prenantes et des acteurs de la filière - organisation d'échanges interprofessionnels autour de l'architecture de terre - pluridisciplinarité - volonté de changement d'échelle et de reconnaissance	- actions de promotion et de valorisation - chantiers-écoles - restauration de la chaîne des savoirs et savoir-faire traditionnels - évolution du cadre réglementaire et support institutionnel	- appropriation du projet et co-construction avec les parties prenantes - diagnostic et inventaire des pratiques et cultures constructives locales - soutien institutionnel, leadership local et engagement sur la durée des bailleurs et acteurs institutionnels - formation et ateliers de sensibilisation, projets démonstrateurs et expérimentation
global	zone post-conflit ou post-catastrophe en premier lieu mais aussi continental	zone sahélienne et le long du fleuve Sénégal (applicabilité possible dans d'autres contextes selon les cas)	global périphéries urbaines ainsi que zones rurales	régional et national ; global	tissu urbain et rural traditionnel, Afrique du Nord	sites « patrimoine mondial » et « patrimoine culturel » mais aussi au-delà



5

CONDITIONS ET LEVIERS POUR DES APPROCHES FAVORISANT LES MATÉRIAUX LOCAUX DE CONSTRUCTION



Comme nous avons pu le voir tout au long de cet ouvrage, les matériaux locaux de construction présentent un potentiel important pour répondre aux enjeux du continent africain en matière de développement durable. Ainsi un développement important de leur utilisation est souhaitable, car il permettrait de :

- contribuer à la lutte contre le changement climatique par la réduction de l'empreinte environnementale, des pollutions et des déchets, ainsi que d'épuisement des ressources liée aux activités de construction,
- mitiger les effets du changement climatique par l'adoption d'une urbanisation et d'une architecture adaptées utilisant des matériaux locaux de qualité,
- répondre aux besoins en infrastructures et logements abordables des pays, territoires et villes,
- améliorer les moyens de subsistance, les opportunités d'activités génératrices de revenus et l'employabilité au niveau local dans le cadre des projets de construction, et de :
- favoriser le développement des filières et donc des économies locales.

L'ambition nécessaire est de progresser rapidement vers une société décarbonée, constituée de territoires résilients et qui valorise la diversité culturelle. Pour cela, les initiatives menées ces dernières décennies un peu partout à travers le continent constituent un socle solide sur lequel il est important de s'appuyer. En portant un regard réflexif qui permet d'évaluer les résultats et tirer les leçons des succès et des échecs, il est désormais possible de faire émerger des technologies et méthodes d'approches performantes et efficaces, rendant possible le changement d'échelle nécessaire pour faire face à l'immensité des besoins en toute responsabilité.

En haut : Red Pepper House, Kenya
Architecte : Urko Sanchez Architecture
Ci-contre : Bâtiment public à Mayotte : bardeau de manguier en couverture, blocs de terre comprimée et pierres basaltiques pour les murs, raphia pour les parois légères.

2

UNE CONDITION PRÉALABLE`: CHANGER DE PARADIGME, DES MATÉRIAUX LOCAUX AUX CULTURES CONSTRUCTIVES LOCALES

Le développement de l’usage des matériaux locaux ne peut se faire qui si l’on travaille sur une évolution de la perception générale vis-à-vis des ressources locales (matérielles et immatérielles) et de leurs valeurs ajoutées. Adopter une approche «matériaux locaux», c’est en quelque sorte désapprendre et poursuivre la remise en question — déjà bien engagée — des standards internationaux. Même si ceux-ci se sont avérés être inadaptés, ils ont trop souvent fait table rase de toutes les productions «vernaculaires». Ce phénomène n’est pas propre à l’Afrique. Il touche aussi les pays industrialisés où l’imaginaire du produit uniformisé a longtemps été indiscutable. Cette destruction de la «diversité culturelle» à l’instar de celle mieux connue de la biodiversité est dommageable pour la planète. Elle prive les sociétés de solutions d’avenir.

Aujourd’hui, il est donc devenu vital de reprendre confiance en ce que l’on a «sous ses pieds» et «à portée de main». Il faut aussi mieux considérer les productions traditionnelles développées par les populations et les professionnels locaux à partir des connaissances aigües qu’ils ont de leur territoire et des expériences successives qu’ils ont développées collectivement parfois sur plusieurs centaines d’années. Des intelligences locales existent partout, qui sont autant de sources d’inspiration potentielles qui portent sur :

- la localisation des établissements humains : protection, accès à l’eau et aux autres ressources;
- l’organisation des villes et des villages, des quartiers ou hameaux;
- la composition spatiale et urbaine avec des lieux d’activités communes, de rencontre et de convivialité;
- des habitats culturellement et climatiquement adaptés;
- des savoirs et savoir-faire, y compris des savoirs organisationnels qui permettent d’assurer localement le logement pour tous, et qui sont des atouts de résilience face aux crises.

Une attitude ouverte à ces aspects est un préalable important à la fois pour bien prendre en compte les potentiels de chaque territoire, mais aussi de proposer des solutions qui permettent de bénéficier au mieux des forces et capacités déjà existantes d’une part et de répondre aux attentes des populations d’autre part.

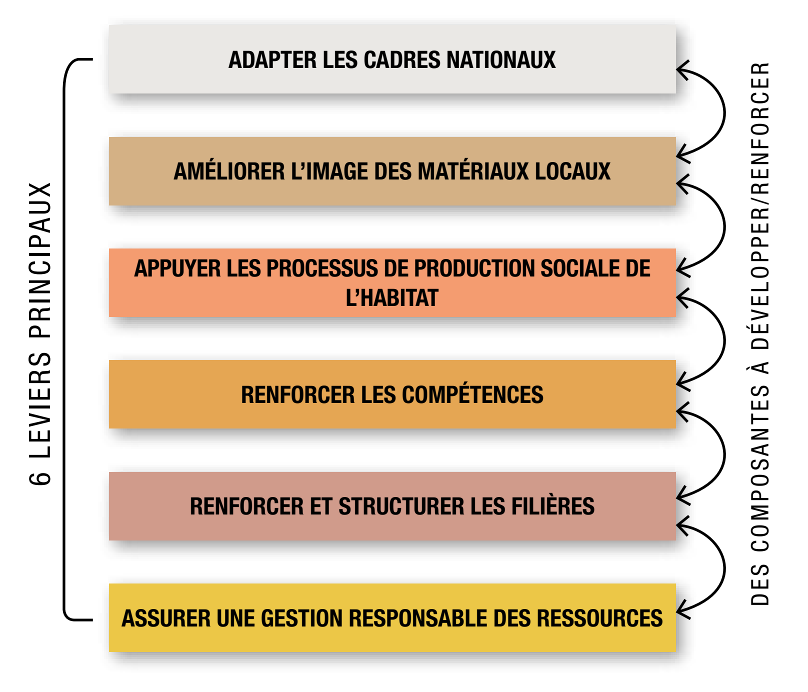

3



RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES POUR UN CHANGEMENT D'ÉCHELLE ET SYSTÉMIQUE

Au-delà de ce nécessaire changement de paradigme, le développement durable et à grande échelle de l'usage des matériaux locaux pour la construction et l'aménagement du territoire nécessite la mise en place coordonnée d'actions de natures diverses, complémentaires et coordonnées. Il est en effet important de prendre en compte l'ensemble de l'« écosystème » et de faciliter la participation active des parties prenantes tant des secteurs publics que privés, issues des milieux formels ou informels. Ceci peut se concrétiser en s'appuyant simultanément et de façon concertée sur 6 leviers principaux :





1. RUCID College for Organic Agriculture. Architectes : Localworks, Light Earth Designs
2. Bâtiment en BTC compactés à la main, à proximité de Dori, Burkina Faso
3. Habitat compact en quartier informel, Maputo, Mozambique. Architecte : Casas Melhoradas

1

1. HIKMA, Complexe culturel, Dandaji, Niger. Architecte : Atelier Masōmī et Studio Chahar
2. Musée National du Mali, Bamako







AU NIVEAU DES POLITIQUES NATIONALES

La plupart des textes normatifs qui encadrent le secteur de la construction favorisent avant tout les approches standardisées et productivistes au détriment d'approches situées, plus flexibles et adaptées aux réalités du terrain, et pouvant répondre aux besoins de manière efficace, frugale et économique. Il en est de même pour les référentiels de formation à tous les niveaux : maçons, techniciens, ingénieurs, architectes, etc. Il est donc indispensable que les gouvernements mettent en place des conditions plus favorables, ce qui implique de :

- Inscrire l'appui aux filières matériaux locaux dans le cadre stratégique national du développement durable intégrant des mesures incitatives et facilitatrices ;
- Adapter le cadre réglementaire et normatif pour accueillir la diversité des solutions existantes et possibles, à travers une approche performancielle et multidisciplinaire ;
- Mettre en place des systèmes de gestion des sites d'extraction et d'exploitation des ressources ;
- Promouvoir et financer des expérimentations, démonstrateurs et des projets pilotes ;
- Faciliter l'accès au financement pour la production sociale de l'habitat ;
- Proposer des mesures incitatives dans la commande publique au niveau de tous les ministères concernés : habitat, éducation, santé, agriculture…, et culture (patrimoine culturel) ;
- Promouvoir et soutenir la mobilisation et la fédération des acteurs et le partage des connaissances ;
- Appuyer les transformations nécessaires et la mise à jour des systèmes éducatifs académiques et professionnels en visant une meilleure adéquation aux marchés et à l'emploi et aux enjeux nationaux ;
- Soutenir la recherche scientifique et technique ainsi que l'expérimentation ;
- Considérer et développer des actions de communication (information, sensibilisation) pour un large public : événements et campagnes de promotion et de partage d'expériences, et la création de centres de ressources.

AU NIVEAU DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

Les collectivités territoriales, élus et techniciens, connaissent bien leurs territoires, les populations locales et les réalités du terrain. Elles ont des responsabilités bien particulières. Outre certains aspects de politique nationale cités plus haut, elles peuvent contribuer de façon importante au développement de l'usage des matériaux locaux pour produire ou améliorer les établissements humains via diverses activités telles que :

- Cartographier les ressources disponibles et possiblement utilisables et identifier les conflits d'usage potentiels (agricole, urbain, etc.) et les besoins de sécurisation ;
- Améliorer et sécuriser l'accès à ces ressources locales, et mettre en œuvre des stratégies pour une gestion durable des carrières (terre, pierres) et des sites d'exploitation des matières biosourcées déjà utilisées (ou utilisables) dans la construction (bois, paille, roseaux, palmiers) ;
- Renforcer et accompagner les filières artisanales d'approvisionnement et de production de matériaux locaux de manière durable, en les sollicitant régulièrement pour leurs travaux ou en les recommandant à leurs interlocuteurs, partenaires du développement ;
- Reconnaître, comprendre et soutenir les pratiques et dynamiques existantes (y compris dans les cadres informels) liées à la production sociale de l'habitat : gestion des ressources, production des matériaux, construction, entretien, réparation, amélioration ;
- Faciliter la diffusion des connaissances et les efforts de renforcement de capacités (formation sur chantier, apprentissage, formation professionnelle, etc.) ;
- Fournir une assistance technique et financière et accompagner l'autoconstruction pour les ménages et communautés défavorisés (éventuellement avec facilitation de l'accès au foncier et sa sécurisation).

AU NIVEAU DES ACTEURS DES PROJETS

De l'idée initiale à sa concrétisation, les acteurs des projets doivent constamment s'attacher à la nécessité de prendre en compte les réalités des situations locales qui présentent une grande diversité et variabilité des matériaux et des pratiques. La mise en place de projets « matériaux locaux » requiert de se baser sur un bon diagnostic et d'identifier les bonnes questions afin de pouvoir prendre les décisions de manière informée. Quelle est l'utilité sociale et sociétale du projet ? À quels besoins doit-il répondre ? Quelle est la nature du problème à résoudre ou la situation à améliorer ? S'agit-il simplement de répondre à un besoin ou bien aussi de renforcer les capacités et proposer des solutions réutilisables par les populations, les artisans locaux ? Quelles sont les conditions de réussite d'un tel projet ?
Pour réussir, il est donc important de :

- Adopter une attitude d'ouverture et d'écoute : mettre de côté les idées préconçues, chercher tout d'abord à comprendre, savoir observer et même apprendre, du terrain et de ses acteurs (habitants, bâtisseurs, etc.) ;
- Considérer l'ensemble de l'« écosystème local » formel et informel (administrations publiques, producteurs, fournisseurs, constructeurs, centres de formation, artisans et habitants, etc.) ;
- Impliquer l'ensemble des parties prenantes concernées dans le diagnostic, la réflexion et les décisions devant être prises tout au long du projet ;
- Réaliser un diagnostic concerté afin d'identifier les capacités et pratiques existantes, les initiatives et dynamiques, les besoins, les freins, tant au niveau local que national ;
- Envisager de proposer une gamme de solutions techniques et architecturales, en accompagnement des dynamiques et pratiques existantes tout en imaginant les possibles pour une adaptation à une diversité d'attentes et de besoins contemporains.
- S'appuyer sur les expériences antérieures, locales ou sectorielles, et de les adapter si pertinentes ;
- Adopter un processus itératif et réflexif associé à une montée en puissance graduelle et maîtrisée du projet afin de faciliter l'adaptation et l'appropriation des propositions techniques, architecturales, organisationnelles, etc. ;
- Développer les actions à différentes échelles d'intervention (des projets de production des matériaux, de formation, etc.) et penser les complémentarités (production, construction, formation, guides techniques, essais de caractérisation en laboratoire et sur le terrain, etc.) ;
- Prévoir de s'installer dans la durée, car le secteur de la construction a une grande inertie, évolue relativement doucement, et la preuve du temps est indispensable pour que les populations cibles puissent valider les propositions qui leur sont faites et les adopter.

1

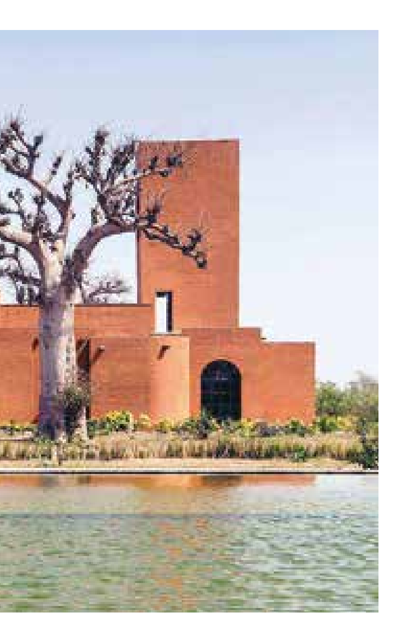




2



1. Villa Al Hamra, Sénégal
Design : Atelier Koe
2. CFP (centre de formation professionnel) de NIORO du RIP/ Sénégal. Architecte : KHôZé







POINTS D'ATTENTION SPÉCIFIQUES

Outre l'attention qui doit être portée aux spécificités locales et donc au temps consacré pour l'élaboration d'un bon diagnostic de territoire, il est utile de porter une attention particulière à quelques points dont l'absence de prise en compte pourrait être nuisible. Il est plus particulièrement suggéré de :

- Considérer l'ensemble du cycle de vie, de la chaîne de production des potentiels matériaux locaux depuis les sites d'approvisionnement jusqu'à l'éventuel besoin de recyclage en fin de vie ;
- Vérifier que les ressources visibles dans le patrimoine bâti existent toujours. Certaines pourraient être devenues difficiles à exploiter (épuisement des carrières, disparition de la ressource) ainsi qu'au niveau des savoir-faire, ceux-ci ont pu disparaitre ou être en partie perdus ;
- Prendre en compte les évolutions constatées dans la culture constructive locale (mode d'habiter, construction, signes distinctifs de valorisation), pour bien aller « dans le sens du progrès » ;
- Ne pas hésiter, quand cela est pertinent, à proposer des solutions mixtes, associant matériaux locaux et matériaux thermo-industriels, ou encore des produits préfabriqués, voire semi-industriels : briques, panneaux, isolants, menuiseries, enduits prêts à l'emploi, etc. ;
- Identifier les besoins de formalisation (essais de caractérisation, guides techniques, certification par les autorités, etc.) pour la validation des matériaux ou techniques de construction innovantes.
- Prendre en compte les modalités de rémunération des artisans qui pourraient constituer un frein (p.e. contrats de main-d'œuvre calculés en % du coût des matériaux) ;
- Être attentif aux niveaux d'investissements nécessaires à la mise en place des procédés de production, et ce en rapport avec les capacités des acteurs locaux ;
- Prendre en compte la question de la gestion du matériel (outillage, machines, etc.) qui doit être acquis pour son éventuel partage dans le temps entre divers acteurs ;
- Être raisonnable du point de vue technique et sur les performances attendues pour les matériaux, prendre des marges de sécurité sans non plus surdimensionner de manière inconsidérée ; être attentif à la protection des matériaux les plus fragiles pendant les périodes d'intempéries ;
- Bien mesurer les besoins en entretien régulier des constructions proposées, en lien avec la capacité des usagers ou des groupes d'usagers de le mettre en œuvre : des modalités d'organisation sont est-elles existante, ou à constituer pour cela ?
- Imaginer des complémentarités d'approches : « top-down » à travers la mise en place de cadre de facilitation, de dispositions réglementaires et de mesures incitatives — et « bottom-up » pour bien comprendre les besoins, sensibiliser, renforcer, accompagner ;
- Être ouvert aux complémentarités potentielles entre les secteurs formels et informels ;
- Identifier les acteurs institutionnels locaux sur lesquels on peut s'appuyer pour les stratégies de renforcement de capacités et pour la diffusion des résultats obtenus.

LISTE D'ORGANISATIONS DANS LE DOMAINE DES MATÉRIAUX LOCAUX

AFRIQUE DU SUD

Eco Design – Architects & Consultants, architecte, http://www.ecodesignarchitects.co.za/

Unit for Earth Construction / Earth Unit / Department of Architecture / University of Free State (UEC), académique, https://www.ufs.ac.za/natagri/departments-and-divisions/architecture-home/earth-unit-(eu)/background-of-earth-construction

ALGÉRIE

Atelier 3, architecte, a3.architecture@yahoo.fr

Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en Terre (CAPTERRE), organisation gouvernementale, http://capterre.dz/

Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme (EPAU), académique, http://www.epau-alger.edu.dz/

Université Mentouri, Faculté d'Architecture de Constantine, académique, https://www.umc.edu.dz/index.php/fr/

ANGOLA

Congrégation des Salésiens Don Bosco, centre de formation, salesianosangola.pj@gmail.com

Mauricio Ganduglia, architecte, arqui.terra.ao@gmail.com

Université Lusiada, Département d'Architecture, académique, https://www.facebook.com/universidadelusiadadeluandaangola

BÉNIN

Ecole du Patrimoine Africain (EPA), académique, http://www.epa-prema.net/officiel/

Pôle Technique de Promotion des Matériaux Locaux (POTEMAT), académique, https://www.potemat.com/

BURKINA FASO

Atelier Drabo, entreprise BTP, atelierdrab@yahoo.fr

Ecole Supérieur Polytechnique de Kaya (ESPK), Cabinet de Conception d'Etudes et Réalisation d'Ouvrages Divers (2CEROD), bureau d'études, https://www.espkaya.com/

Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE), académique, https://www.2ie-edu.org/

Keré Architecture, architecte, https://www.kerearchitecture.com/

Université Saint Dominique d'Afrique de l'Ouest (USDAO), académique, https://www.usdao.org/?q=content/etudes-en-architecture

YAAM Solidarité, ONG, http://yaamsolidarite.blogspot.com/

ZI MATERIAUX, entreprise BTP, www.zi-materiaux.com

CAMEROUN

Centre de Promotion des Artisans de Bafoussam (CEPAB), Promotion des Matériaux Locaux (PML), centre de formation, https://diocesedebafoussam.cm/vie-pastorale/cepab-centre-de-promotion-des-artisans-de-bafoussam

Center for International Forestry Research (CIFOR), recherche, https://www.cifor.org/locations/africa/

Association Internationale pour le Bambou et le Rotin (INBAR), réseau, www.inbar.int

Mission de Promotion des Matériaux Locaux / Centre Spécialisé de Formation Professionnelles (MIPROMALO), organisation gouvernementale, http://www.mipromalo.org/index.php/fr/

CÔTE D'IVOIRE

Art'Terre, architecte, https://www.linkedin.com/in/philippe-romagnolo-2348b192/

Inades - formation, réseau, http://www.inadesformation.net/

EGYPTE

Egyptian Earth Construction Association, ONG, https://www.facebook.com/EECApage/

GHANA

Building and Road Research Institute (BRRI), centre de recherche, https://www.brri.org/

Hive Earth, entreprise BTP, https://www.facebook.com/hiveearthconstruction/

Kumasi National University for Science and Technology, College of Art and Built Environment, Faculty of Built Environment, académique, https://www.knust.edu.gh/

KENYA

African Organisation for Standardisation - Organisation Africaine de la Normalisation (ARSO-ORAN), organisme de normalisation, https://www.arso-oran.org/

Centre for Heritage Development in Africa (CHDA), organisation gouvernementale, https://www.facebook.com/Centre-for-Heritage-Development-in-Africa-143836212301936/

Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), organisation internationale, https://www.unep.org/

Programme des Nations unies pour les établissements humains (ONU-Habitat), organisation internationale, https://unhabitat.org/

MALAWI

14 trees, entreprise BTP, https://www.14trees.com/

Sam's Training Village, ONG, https://www.facebook.com/Sams-Village-1414840415409790/

MALI

Agence de Gestion, Recherche et Expertise en construction (AGREBAT), bureau d'études, https://agrebat.com/

Liste non exhaustive d'organisations impliquées dans le domaine des matériaux locaux de construction en Afrique. Bien que certaines entités rayonnent sur plusieurs pays voire sur le continent elles ont été classées en fonction de leur siège social. Certaines organisations basées en France et qui collaborent avec des institutions partenaires ont été mentionnées en fin de liste. Cette liste ne reflète pas la diversité et la dynamique des acteurs en Afrique ni ne préjuge d'aucune reconnaissance de la part des auteurs. Elle est fournie à titre indicatif et en l'état des connaissances. N'hésitez pas à faire part d'éventuelles erreurs ou omissions.

ARCHITERRE, architecte, http://www.a-architerre.com/atelier/architerre/
AUDEX, architecte, https://fr-fr.facebook.com/AUDEXSARL/
École Supérieure d'Ingénierie, d'Architecture et d'Urbanisme (ESIAU), académique, https://esiau-mali.com/
Fédérer les Acteurs de la Construction en Terre au Sahel et dans les pays limitrophes (FACT Sahel+), réseau, https://www.factsahelplus.com/
Mission Culturelle de Bandiagara (MCB), organisation gouvernementale, http://www.culture.gouv.ml/

MAURITANIE

Habitat et Développement en Mauritanie, entreprise BTP, https://www.facebook.com/Habitat-Et-D%C3%A9veloppement-En-Mauritanie-787728054670428/

MAROC

Agence Salima Naji, architecte, https://www.facebook.com/Agence-Salima-Naji-Architecte-214087665440465/
Centre de Conservation et de Réhabilitation du Patrimoine Architectural des Zones Atlasiques et Sub-atlasiques (CERKAS), organisation gouvernementale, https://www.facebook.com/Cerkas-103882341320544/
Ecole Hassania des Travaux Publics (EHTP), académique, http://www.ehtp.ac.ma/
Ecole Nationale d'Architecture / La Terre (ENA / PATerre), académique, http://www.enarabat.ac.ma/
Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE), centre de recherche, http://www.lpee.ma/
Le Centre de la Terre / Terra Janna, centre de formation, https://terrajanna.com/terre/

MOZAMBIQUE

Young Africa Mozambique, centre de formation, https://youngafrica.org/act/mozambique

NIGER

Association Nigérienne de Construction Sans Bois (ANCSB), ONG, https://ancsb.org/
Atelier masomi, agence d'architecture, http://www.ateliermasomi.com/
Terre d'Afrique et Architecture, projet, https://terredafriqueetarchitecture.wordpress.com/

NIGERIA

Abubakar Tafawa Balewa University, Faculty of Environmental Technology (ATBU – SET), académique, https://www.atbu.edu.ng/web/front/academics/faculties/faculty-of-environmental-technology
Centre for Earth Construction Technology (CECTech), organisation gouvernementale, https://www.facebook.com/ncmmng/

OUGANDA

Makerere University / Department of Architecture (MUK), académique, https://cedat.mak.ac.ug/graduate-programmes/master-of-architecture/
Uganda Technical College (UTC), centre de formation, https://utcbushenyi.ac.ug/building-civil-engineering-ndbce/

RDC

Amicale des autoconstructeurs ruraux (AMICOR), réseau/entreprise BTP, https://www.linkedin.com/in/adolphe-mayogi-022a2082/
Caritas Développement Lubumbashi, service Eco-Construction Responsable, ONG, https://www.caritasdev.cd
Université Kongo, Faculté d'architecture, d'urbanisme et d'aménagement du territoire situés, académique, https://universitekongo.cd/index.php/faculte-darchitecture-urbanisme-et-amenagement-du-territoire/

SÉNÉGAL

#Elementerre, entreprise BTP, http://www.elementerre-sarl.com/
Collectif Worofila_Architecture terre Sénégal, architecte, https://www.facebook.com/worofila
Projet PNEEB / TYPHA, projet, https://www.tyccao-typha.org/

TOGO

Centre de la Construction et du Logement (CCL), centre de recherche, http://www.ccltogo.com/ - https://urbanisme.gouv.tg/node/397
Centre International de formation en architecture de terre (CIFA-Terre), centre de formation, https://www.facebook.com/pg/Centre-International-De-Formation-En-Architecture-De-Terre-CIFA-Terre-217848985637306/posts/
Ecole Africaine des Métiers de l'Architecture et de l'Urbanisme (EAMAU), académique, https://www.eamau.org/

FRANCE

Architecture Sans Frontières – International (ASF International), réseau, https://www.asfint.org/en
Centre International de la Construction en Terre (CRAterre), ONG, www.craterre.org
Development Workshop (DW), ONG, https://www.dwf.org/
Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble - unité de recherche Architecture Environnement et Cultures Constructives (AE&CC/ENSAG), académique, https://www.grenoble.archi.fr/
La Voute Nubienne, ONG, https://www.lavoutenubienne.org/
Partenariat Français pour la Ville et les Territoires (PFVT), réseau, https://www.pfvt.fr

BIBLIOGRAPHIE ET RESSOURCES DOCUMENTAIRES

Les ouvrages mentionnés ici ne constituent pas une bibliographie complète et systématique. Ils sont loin de couvrir la totalité du sujet et de représenter la richesse de la production sur les matériaux locaux. Pour une raison évidente de place un choix a dû être fait. N'hésitez pas à faire remonter aux auteurs les ouvrages qui auraient dus figurer dans cette liste.

OUVRAGES GÉNÉRALISTES

AFD. *L'économie africaine 2020*. Paris : La Découverte, 2020 : 126 p. ISBN 9782348057465.

Anger R, Fontaine L. *Bâtir en terre : du grain de sable à l'architecture*. Paris : Belin, 2009 : 223 p. ISBN : 9782701152042

Anger R, Joffroy T, Cloquet B, Misse A, et al. *État de l'art : utilisations traditionnelles et contemporaines de roseaux et de fibres végétales dans la construction*. Grenoble : CRAterre, 2014 : 80 p.

Ardesi A, Rakotomamonjy B. *Patrimoine culturel et enjeux territoriaux en Afrique francophone : Appui aux politiques locales*. Paris : AIMF, 2012 : 115 p.

Bah EM, Faye I, Geh ZF. *Housing Market Dynamics in Africa*. London : Palgrave Macmillan UK, 2018 : 272 p. ISBN 9781137597922

Barillet C, Joffroy T, Longuet I. *Patrimoine culturel & développement local : guide à l'attention des collectivités locales africaines*. Villefontaine : CRAterre ; Paris : Convention France-UNESCO, 2006 : 108 p. ISBN 2906901458.

Caimi A. *Assessing Local Building Cultures for Resilience & Development.* Villefontaine : CRAterre, 2015 : 121 p. ISBN 9782906901865

Cerutti PO, Lescuyer G. *Le marché domestique du sciage artisanal au Cameroun : État des lieux, opportunités et défis.* Bogor : CIFOR, 2011 : 56 p. ISBN 9786028693424

Dethier J. *Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire.* Paris : Centre Georges Pompidou, 1981 : 191 p. ISBN 2858501092

Dethier J. *Habiter la terre, l'art de bâtir en terre crue : tradition, modernité et avenir.* Paris : Flammarion, 2019 : 511 p. ISBN 9782081442818

Fathy H. *Construire avec le peuple, histoire d'un village d'Egypte : Gourna*. Arles : Actes Sud, 1999 : 429 p. ISBN 2742708073

Bariol-Mathais B. *Vers des villes africaines durables*. Paris : Gallimard, 2020 : 191 p. ISBN 9782072864513

Gauzin-Müller D. *Architecture en fibres végétales d'aujourd'hui*. Plaissan : Museo, 2019 : 144 p. ISBN 978237375096-6

GlobalABC, IEA, UNEP. 2019 *Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. Nairobi* : Global Alliance for Buildings and Construction, 2019 : 39 p. ISBN 9789280737684.

GlobalABC, IEA, UNEP. *Regional Roadmap for Buildings and Construction in Africa 2020-2050: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector.* Paris : IEA, 2020 : 157 p.

GlobalABC, IEA, UNEP. *Roadmap for Buildings and Construction 2020-2050: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*. Paris : IEA, 2020 : 111 p.

Gonzalez A, Chyngwa AU. « Vers la formalisation de l'exploitation artisanale du bois d'œuvre en Afrique centrale ». In *Forests News*. 2020

Gulyani S, Debomy S. *Upgrading of Low Income Settlements Country Assessment Report: Burkina Faso*. Washington : World Bank, 2002.

ILO. *Small Matters: Global Evidence on the Contribution to Employment by the Self-Employed, Micro-Enterprises and SMEs*. Geneva : International Labour Organization, 2019 : 56 p. ISBN 978-92-2-133991-5

Keable R. « How Construction Standards Can Reduce Carbon Emissions: An African Case Study. Carbon & Climate Law Review ». In *Carbon & Climate Law Review*, 2010 ; 4 (4) : pp. 357-363.

Moles O, Rougeau D, Pic M, Douline A, et al. *Earth Architecture in Uganda, Pilot project in Bushennyi, 2002-2004*. Grenoble : CRAterre, 2005 : 36 p. ISBN 2-906901-36-9

Le Tiec JM, Gasnier H. *Construire en terre crue dans les opérations d'Habitats à Loyer Modéré, en location ou en accession : étude du champ des possibles*. Villefontaine : CRAterre, 2015 : 99 p.

Lepik A, Bader S, Christensen P, Flötotto C, et al. *Afritecture : building social change*. Ostfildern : Hatje Cantz ; München : A.M., 2013 : 269 p. ISBN 9783775736619

Moriset S, Terki Y, Rakotomamonjy B, Hacini M, et al. *Guide de réhabilitation de l'habitat en terre à Timimoun.* Grenoble : CRAterre ; Timimoun : CAPTERRE, 2019 : 51 p.

UN-Habitat, Majale M, Tipple G, French M, et al. *Affordable Land and Housing in Africa*. Nairobi : UN-Habitat, 2011 : 81 p. ISBN 978-92-1-132370-2

UN-Habitat, Majale M. *Enabling Shelter Strategies: Design and Implementation Guide for Policymakers.* Nairobi : UN-Habitat, 2012 : 70 p. ISBN 978-92-1-132334-4

Vandermeeren O, Duval JP, Gauzin-Müller D. *Construire en terre au Sahel aujourd'hui.* Paris : Museo, 2020 : 128 p. ISBN 978-23-7-375094-2

Wilhelm J, Rumne R. *Housing Finance in Africa: A Review of Africa's Housing Finance Markets, 2018 Yearbook*. Johannesburg : Centre for Affordable Housing Finance in Africa, 2018 : 276 p.

World Bank. *Stocktaking of the Housing Sector in Sub-Saharan Africa: Challenges and Opportunities*. Washington : The International Bank for Reconstruction and Development, 2015 : 109 p.

DOCUMENTATION TECHNIQUE, RÉGLEMENTATIONS ET NORMES

Blanc-Gonnet J, Colas AS, Garnier D, Morel JC. *Technique de construction des murs en pierre sèche : règles professionnelles.* Vaulx-en-Velin : École Nationale des Travaux Publics de l'État, 2017 : 172 p. ISBN 9782868341259

Boghi F, Cornet L, Hajmirbaba M, Moles O. *PROECCO Program. Implementing a Building with Adobe: Logbook*. Villefontaine : CRAterre, Saint Gallen : SKAT, [s.l.] : AMICOR, 2015 : 38 p.

Cissé L, Joffroy T, Garnier P, Chamodot M, et al. R*ecommandations pour la construction d'écoles en Pays Dogon. Falaises de Bandiagara, Patrimoine Mondial.* Grenoble : CRAterre, 2010 : 89 p.

Cornet L, Joffroy T, *République Démocratique du Congo, Projet d'Appui au Redressement du Secteur de l'Education (PARSE), Stratégie nationale pour la réhabilitation et la construction des écoles de qualité au moindre coût*. Grenoble : CRAterre, 2010 : 4 vol.

CRAterre, Guillaud H, Houben H. *Traité de construction en terre (3e édition).* Marseille : Éditions Parenthèses, 2006 : 355 p. ISBN 2-86364-161-1

FFB, Association Construire en chanvre. *Construire en chanvre. Règles professionnelles d'exécution.* Paris : SEBTP, 2007 : 4 vol. ISBN 9782915162929

Hajmirbaba M, Boghi F, Cornet L, Moles O. *Production manual for the Great Lakes region: moulded earth blocks - MEB.* Grenoble : CRAterre ; Saint Gallen : SKAT, 2015 : 37 p.

Moles O, Hajmirbaba M, Boghi F, Cornet L. *Production Manual for the Great Lakes Region: Stabilised Compressed Earth Blocks - SCEB.* Grenoble : CRAterre ; Saint Gallen : SKAT, 2015 : 52 p.

Maroc Ministère de l'intérieur, Maroc Ministère de l'équipement et du transport, Maroc Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la politique de la ville. « Règlement Parasismique des Constructions en Terre. RPCTerre ». In *Bulletin officiel,* 2013 (6206) : pp.2491-2581.

Misse A, Gasnier H, Betoux J, Chastagnol JM. *Ouvrages en maçonnerie de Blocs de Terre Comprimée : dossier technique lié à l'ATEx de Type A n°2588.* Villefontaine : CRAterre, 2019 : 152 p. ISBN 979-10-96446-25-4

Zimbabwe Standard. SAZS 724:2001, Rammed Earth Structures. Harare : Standards Association of Zimbabwe, 2001.

NOTES

Villa Al Hamra, Sénégal
Design : Atelier Koe



CRÉDITS

En couverture (fond) © Assane Coly ; (D) © Laurent Séchaud (Marché central de Koudougou) ; (G) © CRAterre (Commission Justice et Paix à Ouagadougou) ; p.6-7 © Milena Villalba ; p.8 (H) © CRAterre ; p.8 (B) © CRAterre ; p.9 (G) © Albert Faus ; p.13 (HG, MG) © Paul Kozlowski ; p.13 (MD) © André Berthier ; p.13 (BG) © Åke Eson Lindman ; p.13 (BD) © Patrick Miara ; p.14-15 (HG, BD) © Laurent Séchaud ; p.14-15 (MG) © EMERGENCY ; p.14-15 (MD) © Alexandre Douline ; p.16 (H) © ART.Terre Mayotte ; p.16 (B) © CRAterre ; p.17 © CRAterre ; p.20 (de G à D et de H en B — n° 2) © Patricia Báscones ; p.20 (de G à D et de H en B — n° 3) © #ELEMENTERRE ; p.20 (de G à D et de H en B — n° 4) © Catholic Relief Services ; p.20 (de G à D et de H en B — n° 12) © Katharina Kohlroser (Ecole InsideOut par Andrea Tabocchini & Francesca Vittorini) ; p.22 (G) © #ELEMENTERRE ; p.22 (D) © CRAterre ; p.23 (BM) © CRAterre ; p.24 (G) © CRAterre ; p.24 (D) © CRAterre ; p.25 © CRAterre ; p.27 (G, M) © Catholic Relief Services ; p.27 (D) © Odysseus Mourtzouchos ; p.28 (BG) © ONG CERADS/ Maryse Moulinier ; p.29 (B) © Jan Kazimierz Godzimirski ; p.31 (H) © CRAterre ; p.34 (H) © AFLK / Sofia Verzbolovskis ; p.34 (BM) © Sabine Gretner ; p.36 © Johan Mottelson ; p.39 (H) © Albert Faus ; p.39 (M) © Milena Villalba ; p.39 (BD) © Patricia Báscones ; p.41 (B) © Gerard Billon ; p.43 (H) © Alexandre Douline ; p.43 (M) © Mauricio Ganduglia (Espace commercial à Luanda) ; p.43 (B) © #ELEMENTERRE (Centre de Formation Professionnel de Nioro) ; p.44 © CRAterre ; p.45 (H) © Nour El Rifai ; p.45 (M) © #ELEMENTERRE ; p.45 (B) © CRAterre ; p.46 © Milena Villalba ; p.47 (H, B) © L'Harmattan/ Florian Mathieu ; p.47 (M) © CRAterre ; p.48 © Iwan Baan ; p.49 © AFLK / Sofia Verzbolovskis ; p.50 © James Wang ; p.51 (HG, HD) © Filippo Romano ; p.51 (B) © Francesco Giusti ; p.52 à 56 © CRAterre ; p.57 © Catholic Relief Services ; p.58-59 © CRAterre ; p.60-61 © CIFOR/ Olivier Girard ; p.62 à 69 © CRAterre ; p.68-69 © Mauricio Ganduglia ; p.70 (HD) © Milena Villalba ; p.70 (BG, BD) © #ELEMENTERRE ; p.71 à 73 © CRAterre ; p.74 © FACT Sahel + ; p.76-77 © CAPTERRE ; p.78 à 79 © CRAterre ; p.82-83 © CRAterre ; p.83 (D) © Urko Sanchez Architects ; p.84 (HG) © Will Boase ; p.84-85 (H) © CRAterre ; p.84-85 (B) © Johan Mottelson ; p.86 (H) © James Wang ; p.86 (BG) © CAPTERRE ; p.86 (BM, BD) © CRAterre ; p88-89 (H) © Atelier KOE ; p88 (M, B) © #ELEMENTERRE ; p87 (H, B) © CAPTERRE ; p95 © Atelier KOE



Cet ouvrage s'inscrit dans le cadre de la thématique « villes et territoires durables » portée par de nombreux acteurs en France, en Afrique et à l'international. Il s'adresse en premier lieu aux décideurs et responsables « Habitat » des ministères et des collectivités locales et territoriales concernés, mais aussi aux autres parties prenantes du secteur (artisans et entrepreneurs, organisations professionnelles, centres de formation académique et professionnelle, centres de recherche, ONGs, etc.).

En se basant sur l'expérience de ces dernières décennies en la matière, il vise à promouvoir une approche Développement Durable pour répondre aux immenses besoins en matière de construction en Afrique, basée sur une utilisation rationnelle et durable des matériaux locaux.

Pour cela, il présente de manière pédagogique et synthétique les avantages, les questions qui se posent et les conditions prérequises pour l'utilisation de ces matériaux. Outre des exemples de solutions techniques illustrés par un panorama des ressources potentielles des territoires (bio et géosourcés), il fournit des éléments d'analyse de l'impact des filières locales en « circuit court » et des éléments de méthodologie. Il met aussi en valeur la nécessaire adéquation entre conception architecturale et caractéristiques spécifiques des matériaux disponibles localement, ce qui se résume bien par : « le bon matériau au bon endroit ».

CRAterre

Réalisé avec le soutien de

MINISTÈRE DE L'EUROPE ET DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

20,00 €

ISBN : 979-10-96446-36-0

9 791096 446360